विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966 **9,** 1-14

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9,** 1-14

क्या हमें भूखा ही रहना होगा *

प्रोफेसर पी० माहेश्वरी

अध्यक्ष, वनस्पति विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

[प्राप्त–जनवरी 1, 1966]

कई वर्षों से हमारे देश में पर्याप्त मात्रा में भोजन-संभरण की समस्या चिन्ता का विषय रही है। भूमि की उत्पादन-सामर्थ्य काफी समय से प्रायः स्थायी रही है जबकि जनसंख्या में समय के साथ-साथ वृद्धि होती रही है। द्वितीय विश्वयुद्ध काल में बर्मा तथा थाईलैन्ड से चावल के आयात बन्द होने, संचार व्यवस्था के बन्द हो जाने एवं **हेलमिन्थोस्पोरियम** रोग के कारण जिसने सन् १६४३ में बंगाल में चावल की पूरी फसल को नष्ट करके एक भयंकर अकाल का रूप धारण किया था, देश की खाद्य स्थिति और भी बिगड़ गई। अनेक वर्षों की योजना एवं अन्न के आयात के बावजूद भी १६४७ ई० के देश विभाजन के पश्चात् उत्पादन एवं आवश्यकता के बीच के व्यवधान को मिटाया नहीं जा सका। बहुत से विशिष्ट भारतीयों ने केन्द्रीय खाद्य विभाग में रहकर इस समस्या को सुधारने का भरसक प्रयत्न किया, अनेक विदेशी विशेषज्ञों ने भी इस समस्या का अध्ययन किया और 'क्या करना' तथा 'क्या न करना चाहिये' के सम्बन्ध में उन्होंने लम्बे विवरण दिये किन्तु इतने पर भी इस समस्या के समाधान से हम अब भी उतनी ही दूर हैं जितना कि पहले थे।

यह स्मरण रखना अत्यन्त आवश्यक है कि हमारा भोजन प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप में पौधों से ही आता है। पर्णहरिम (क्लोरोफिल) की सहायता से सूर्य-प्रकाश में पौधे कार्बन डाइ आक्साइड एवं जल के संयोग से शर्करा उत्पन्न करने में समर्थ होते हैं जो बाद में माँड (स्टार्च), तेल, प्रोटीन एवं अन्य पदार्थों में, जैसे रंग, दवायें, रेशे, चर्मशोधक तत्व, गंधतैल एवं अन्य वस्तुयें जिनके बिना हमारे बहुत से उद्योग बन्द हो सकते हैं, परिवर्तित होते हैं। यहाँ तक कि कोयला जिसको हम जलाते हैं ऐसे पौधों की ही सक्रियता का परिणाम है जो लाखों वर्ष पूर्व रहे होंगे। सबसे बड़ी बात तो यह है कि हम प्रकाश-संश्लेषण के उपजात तत्व आक्सीजन के बिना जीवित नहीं रह सकते। पौधों के जन्म के पहले इस पृथ्वी पर मुक्त आक्सीजन नहीं था। यदि ये पौधे विलुप्त हो जायँ तो हम भोजन के अभाव एवं श्वासावरोध दोनों के कारण मर जावेंगे।

कभी कभी हम खाद्यपदार्थ की कृत्रिम रचना के अद्भुत स्वप्न सुना करते हैं परन्तु हम लोगों के जीवन काल में ऐसी कोई भी योजना सिद्ध नहीं हो सकती। भले ही रेडियो-समस्थानिकों के प्रयोग से हमको प्रकाश-संश्लेषण सिद्धान्त के सम्बन्ध में पर्याप्त ज्ञान प्राप्त हुआ हो लेकिन अब भी हम कृत्रिम भोज्य पदार्थ

*३ जनवरी १६६६ को चण्डीगढ़ में इण्डियन साइंस कांग्रेस के अवसर पर विज्ञान परिषद अनुसंधान गोष्ठी के समक्ष दिया गया अध्यक्षपदीय भाषण।

बनाने के लक्ष्य से काफी दूर हैं और न कृत्रिम चावल जैसी वस्तुयें ही बहुत रुचि की हैं क्योंकि यह चावल अन्य स्रोतों द्वारा प्राप्त माँड का ही परिवर्तित रूप है।

अतः हम लोगों की आशा, वर्तमान पौधों में सुधार करने, उनको स्वस्थ बनाये रखने, उनकी बीमारियों एवं कीटाणुओं का विनाश करने एवं नये तथा उन्नतिशील पौधों की खोज करने में ही है। संयोगवश इस क्षेत्र में काफी प्रगति हो चुकी है।

विश्व एवं भारत की जनसंख्या

यह विश्वास किया जाता है कि पृथ्वी पर लगभग ६००,००० वर्ष पूर्व आदि मनुष्य जाति आई। प्रारम्भ में हमारी जनसंख्या अत्यन्त धीरे-धीरे बढ़ी, यहाँ तक कि ईस्वी सन् के सूत्रपात तक सम्भवतः केवल २०-३० करोड़ (२००-३०० मिलियन) लोग पृथ्वी पर थे। यह जनसंख्या सन् १६५० तक दूनी हो गई किन्तु इसके बाद जनसंख्या बहुत तेजी से बढ़ी, विशेषतया यह वृद्धि बीसवीं शती में अधिक तेज रही जिसके कारण आज ३३० करोड़ मनुष्य इस पृथ्वी पर हैं। वर्तमान समय में प्रतिवर्ष जनसंख्या में ६५,०००,००० की वृद्धि होती है जो कि पश्चिमी बंगाल, उड़ीसा एवं आसाम को जनपूर्ण करने के लिये पर्याप्त है। इस प्रकार केवल ४० वर्ष में ही यह वर्तमान संख्या की दूनी हो जायगी। इस प्रकार यदि कोई आकस्मिक घटना नहीं हो जाती तो बीसवीं शती के अन्त तक जनसंख्या ५०० करोड़ हो जावेगी।

इस समय अकेले भारत की जनसंख्या ४७-४८ करोड़ है। भय यह है कि २.४ से २.५ प्रतिशत प्रतिवर्ष की वृद्धि के हिसाब से इस शताब्दी के अन्त तक जनसंख्या ६०-१०० करोड़ हो जायगी। तब यह घोर विपत्ति हो सकती है क्योंकि लोग ऐसे ही भूखे रह रहे हैं और आवश्यक २६००-३००० कैलारी ऊर्जा वाले भोजन के स्थान पर केवल औसतन २००० कैलारी ऊर्जा का भोजन ही मिल रहा है।

यह समझना चाहिये कि यह अधि-जनसंख्या की समस्या न तो हमारी जनन क्षमता में किसी वृद्धि, न ही बच्चों की भरमार के कारण है वरन् यह समस्या चिकित्सा विज्ञान में उन्नति के कारण प्लेग, हैजा, चेचक एवं मलेरिया जैसे रोगों के कम होने के कारण है। फलतः यदि विज्ञान के इन लाभों के साथ-साथ सन्तति नियमन नहीं किया जाता तो जो परिणाम होंगे वे स्पष्ट हैं।

दुर्भाग्यपूर्ण भविष्य

माल्थस एवं उनके शिष्यों ने पहले ही इस अशुभ लक्षण की भविष्यवाणी की थी। उन्होंने कहा था कि यदि भुखमरी, महामारी, रोग एवं युद्ध न हों तो यह पृथ्वी मनुष्यों से आपूरित हो जाय और इससे बहुत ही बड़ी विपत्ति आ जाय। पूर्वकाल से ही मनुष्य जाति एक के बाद एक अनेक संकटों से पार हो चुकी है अतः ऐसे पुरुषों को उन्होंने भाग्य का मसीहा कहना प्रारम्भ किया। आसन्न विपत्तियों से बार-बार रक्षा की गई एवं माल्थस युगीन बच्चे, पोते एवं परपोते बच करके जीवित रहे। कुछ देशों में इस समय वे इतनी उन्नति कर रहे हैं जितनी कि पहले कभी कल्पना भी नहीं की जा सकती थी।

उदाहरणार्थ यू० के० और जर्मनी प्रति बीसवें वर्ष अपने जीवन-स्तर को द्विगुण करने के लिये पूर्णतः विश्वस्त हैं। अमेरिका जो इनसे भी धनी है, वहां विचारशील जनता अब धन की अधिकता के भय के बारे

में विचार करने लगी है जबकि कलकत्ता, दिल्ली और अन्य भारतीय स्थानों में जनता के एक वर्ग के सिर के ऊपर छाया तक नहीं है एवं वे स्थायी रूप से सड़कों की पटरी पर रहते हैं। पाश्चात्य देशों एवं आस्ट्रेलिया के वैभव एवं एशिया, अफ्रीका, तथा लैटिन अमेरिका की निर्धनता में जो विरोधाभास है उस पर विश्वास करने के लिये वहां जाकर देखना होगा। उन्नतिशील राष्ट्रों में इसलिये हमारी गणना की जाती है कि अगले ५०-६० वर्षों में हम यूरोप एवं उत्तरी अमेरिका के समान जीवन स्तर तक पहुँच जायँगे। किन्तु यह अत्यन्त दुःख के साथ कहना पड़ता है कि वर्तमान एवं भविष्य में अन्तर बढ़ता ही जा रहा है। आपका ध्यान इस ओर आकर्षित करने में मेरा अभिप्राय यह नहीं है कि हमारे सामने असाध्य स्थिति है लेकिन खाद्य समस्या में आत्म निर्भर होने के लिये बहुत सोचने एवं कठिन परिश्रम की आवश्यकता है।

कृषि की तीन प्रधान आवश्यकतायें

खाद्य पदार्थों की उपज के बढ़ाने के प्रश्न पर विचार करने के पहले कृषि की तीन प्रधान आवश्यकताओं —भूमि, जल एवं उर्वरक को प्राथमिकता देनी होगी। यद्यपि पौधे बिना मिट्टी के ही पोषक-घोल में उगाये जा सकते हैं लेकिन इसको प्रारम्भ में ही नहीं वरन् बाद में भी न व्यय की जा सकने वाली राशि की आवश्यकता पड़ेगी।

भूमि:—इस समय भारत का कुल क्षेत्रफल ७२ करोड़ एकड़ है जिसका लगभग ३३ प्रतिशत कृषि के लिये, १० प्रतिशत जंगल, १५ प्रतिशत निवास प्रयोजन में एवं बाकी या तो निम्न कोटि का या बेकार है। एक ओर जहाँ अधिक भूमि पर खेती करने के लिये बल दिया जा रहा है वहीं दूसरी ओर निवास, हवाई अड्डे, कारखानों, पार्कों, उद्यानों, शिक्षा संस्थानों, मनोरंजन संस्थाओं एवं आफिसों आदि के निर्माण के लिए अधिक जमीन की माँग हो रही है। दो क्रियायें अर्थात् खेती के लिये नई भूमि की प्राप्ति एवं नगरोत्थान के लिये पुरानी भूमि की छूट ये एक दूसरे को इस प्रकार संतुलित कर लेती हैं कि कृषि क्षेत्र में वृद्धि सम्भव नहीं रह जाती। बेकार जमीन के सुधार के लिये केवल पर्याप्त मात्रा में धन की ही आवश्यकता नहीं होती बल्कि तकनीकी कुशलता की भी आवश्यकता पड़ती है जिसका नितान्त अभाव है। न यह ही सम्भव है कि जंगलों को काटकर सारी जमीन में खेती की जाय। जंगलों द्वारा ईंधन, इमारती लकड़ी, कागज एवं भूमि-क्षरण रोकने के कल्याणकारी प्रभाव, वर्षा को बढ़ाने, पवन रोध का कार्य करने, नमी रोकने, चारा देने, एवं नयनगोचर प्रदेश को अधिक सुन्दर बनाने आदि के महत्व को देखते हुये उनके विस्तार की आवश्यकता प्रतीत होती है।

यद्यपि सरकार आकस्मिक कृषि कार्यक्रम के अन्तर्गत २५-३० लाख एकड़ अधिक भूमि को खेती के अंतर्गत लाने की आशा करती है किन्तु समस्या समाधान का उत्तर खेती के लिये जमीन बढ़ाने में नहीं बल्कि वर्तमान भूमि की पैदावार बढ़ाने में निहित है।

जल:—भारत की वार्षिक वर्षा पश्चिम बंगाल में १२ सेन्टीमीटर प्रति वर्ष से लेकर आसाम की चेरापूँजी पहाड़ियों में १००० सेन्टीमीटर प्रतिवर्ष तक है। गंगा के कछार में औसत वर्षा १०० सेन्टीमीटर प्रतिवर्ष है। दकन का पठार तो प्रायः सूखा है लेकिन इसके पूर्व एवं पश्चिम में वर्षा पर्याप्त है। इस प्रसंग में यह ध्यान रखना होगा कि यद्यपि भारत की साधारणतया औसतन १०५ सेन्टीमीटर वर्षा काफी संतोष-

जनक है, किन्तु यह केवल साल के केवल तीन महीनों में संकेन्द्रित है। परिणाम यह होता है कि एक ओर बाढ़ आती है जो कि भूमिक्षरण तथा नदी के किनारे के कस्बों तथा गाँवों के अकथनीय यातनाओं का कारण बनती है और दूसरी ओर अवर्षण के कारण जमीन पूर्णतया सूखी रह जाती है एवं भोजन तथा चारे के अभाव में अकाल की स्थिति आ जाती है। उदाहरण के लिये महानदी को लीजिये। साल के कुछ समय तक कोई भी इस नदी को पैदल पार कर सकता है जब कि वर्षा ऋतु में यह प्रायः उग्र एवं चक्करदार पानी को चारों ओर भयानक रूप में फैलाकर ध्वंसात्मक एवं विशाल रूप धारण कर लेती है।

कुल कृषि क्षेत्र का केवल २० प्रतिशत भाग की सिंचाई होने से भारतीय कृषि को "मानसूनी द्यूत क्रीड़ा" ठीक ही कहा गया है। इसलिये बाढ़ पर नियंत्रण, हमारे जल के साधनों का संरक्षण, सिंचाई साधनों का विस्तार एवं सूखा प्रतिरोधी फसलों का प्रजनन ही भारत में सर्वोपरि महत्व का विषय है।

हमारी सरकार अन्य राष्ट्रों की महत्वपूर्ण आर्थिक एवं तकनीकी सहायता से अनेक बड़े-बड़े बाँधों एवं बहुधंधी योजनाओं के निर्माण में प्रचुर धन राशि व्यय कर रही है। इनका निर्माण इस प्रकार हो रहा है कि ये न केवल बाढ़ नियंत्रण एवं सिंचाई के प्रयोग में आवें बल्कि जलविद्युत एवं मत्स्य पालन में भी सहायक सिद्ध हो सकें। ये निःसन्देह बहुत ही महत्वपूर्ण हैं परन्तु छोटी सिंचाई-योजनाओं, यथा कुओं का निर्माण, प्राचीन तालाबों का पुनरुद्धार एवं नये तालाबों के निर्माण पर भी उचित ध्यान देना होगा। उदाहरणार्थ, आन्ध्र-प्रदेश की नागार्जुन सागर योजना से करीब ३० लाख एकड़ भूमि के सींचे जाने की आशा है परन्तु एक अरब रुपये की लागत का यह बाँध १९७५ में जाकर तैय्यार होगा जबकि पम्प सहित कुँयें का निर्माण बहुत ही शीघ्र एवं केवल १०,००० रुपये में हो सकता है जिसके द्वारा पांच एकड़ या इससे अधिक भूमि की सिंचाई आसानी से की जा सकती है। इसलिये प्रमुख योजनाओं के साथ साथ गौण योजनाओं का भी ध्यान रखना आवश्यक है। इनसे सिंचाई के लिये पानी जल्दी मिलने लगेगा जिससे प्रति वर्ष दो या तीन फसलें तक उगाई जा सकती हैं। साथ ही साथ जल की उचित व्यवस्था पर भी ध्यान दिया जाना चाहिये। हमें अब भी निम्न के सम्बन्ध में काफी सीखना शेष है :--

(क) दी हुई परिस्थिति में किसी विशेष फसल की सिंचाई का उचित समय (ख) प्रति सिंचाई कितनी गहरी हो एवं इसके लिए अनुमानतः कितने पानी की आवश्यकता होगी (ग) सिंचाई के समय तथा सिंचाई विधि का फसलों के अन्य कृषि-प्रतिपादनों के साथ समन्वय।

यह याद रखना चाहिये कि बहुत सी मिट्टियों के क्षारीय होने का कारण अधिक पानी देना ही है और इन पूर्व अनुभवों से कुछ न सीखना यह एक बहुत बड़ी भूल होगी।

उर्वरक :--यह सर्वविदित है कि सभी पौधों को दस आवश्यकीय तत्वों--कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फर, फास्फोरस, पोटैशियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम तथा लोहा की आवश्यकता होती है। इनमें प्रथम तीन वायु एवं जल से तथा शेष मिट्टी से प्राप्त होते हैं। पिछले ४० वर्षों के अन्वेषणों से यह स्पष्ट हो गया है कि अन्य बहुत से तत्व (ताम्र, बोरान, क्लोरीन, मैंगनीज, जिंक, और मालिब्डनम), जिनकी पौधों के लिये बहुत थोड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है, बहुत ही महत्वपूर्ण होते हैं। फिर भी भारतीय मिट्टियों में नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पौटैशियम की प्रमुख न्यूनता है। हमारे देश की प्रायः सभी मिट्टियों में नाइ-

ट्रोजन, ७५ प्रतिशत मिट्टियों में फासफोरस, एवं २५ प्रतिशत मिट्टियों में पोटैशियम, की कमी पाई जाती है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि उर्वरकों पर प्रति रुपये खर्चे के बदले में तीन रुपया मिलेगा। यह रोचक विषय है कि जापान ९४.६ किलोग्राम प्रति एकड़ एवं जर्मनी ६५ किलोग्राम प्रति एकड़ कृत्रिम उर्वरकों का प्रयोग करते हैं जबकि भारत में केवल एक किलोग्राम प्रति एकड़ उर्वरक का प्रयोग होता है। इसके बहुत से कारण हैं। पहला उनका बहुत ही कीमती होना एवं द्वितीय उनके प्रयोग के बारे में भारतीय किसानों का अविचार पूर्ण निर्णय है। उर्वरकों या उनको बनाने वाली मशीनों के आयात में बहुत अधिक विदेशी मुद्रा के विनिमय की आवश्यकता होती है। निश्चय ही हमारे यहाँ बहुत से उर्वरक कारखाने (सिन्दरी, नंगल, ट्राम्बे इत्यादि) हैं परन्तु उत्पादन बहुत ही अपर्याप्त है और जो कुछ हम उत्पन्न भी करते हैं वह अन्य देशों की अपेक्षा अधिक-महँगा पड़ता है। यह आशा की जाती है कि अगले पांच वर्षों में दुर्गापुर, मद्रास एवं कोचिन आदि स्थानों में छः नये उर्वरक कारखाने स्थापित हो जायँगे। यद्यपि यह अच्छे भविष्य का सूचक है फिर भी स्थानीय खाद के साधनों, जैसे ग्रामीण एवं शहरी कम्पोष्ट, हरी खाद, एवं सीवेज (sewage) के प्रयोग के विकास के बारे में भी ध्यान देना आवश्यक है। अधिकतर मिट्टी में प्राप्य तत्वों एवं उनमें किस तत्व के डाले जाने की आवश्यकता है इन दोनों में बहुत भिन्नता होती है। जलवायु एवं नमी उर्वरकों के प्रभावकारी गुण पर काफी प्रभाव डालती है। यद्यपि अन्य देशों के अनुभव से तथा अपने स्वयं के अनुभव से बहुत कुछ सीखा जा सकता है किन्तु फिर भी स्थानीय फसलों एवं मिट्टी की आवश्यकताओं एवं बहुमूल्य रसायनों के अति उत्तम प्रयोग के लिये उर्वरकों के डालने के ढंग पर विस्तृत शोध की आवश्यकता है। किसानों के अविचारपूर्ण निर्णयों पर विजय पाने एवं प्रदर्शन क्षेत्रों, श्रव्य-दृश्य साधनों, छोटी पुस्तिकाओं एवं सामूहिक वाद-विवादों के द्वारा नये ढंगों को समझाने के लिये कुछ दुःसाध्य कार्य करने होंगे। यह कोई जरूरी नहीं है कि किसान केवल एक प्रदर्शन से ही रासायनिक खादों का प्रयोग करने लगे। इसका प्रभाव धीरे-धीरे होगा। किसी नये सिद्धान्त को स्वीकार करने में चार-पाँच वर्ष का समय लग ही जाता है।

कभी-कभी पौधे किसी तत्व की न्यूनता से किसी प्रकार भी नहीं प्रभावित होते क्योंकि सम्भवतः वह न्यून तत्व उस पौधे के लिये आवश्यक न हो लेकिन उन चारों पर जीने वाले जानवरों में रोग के चिन्ह दिखाई पड़ सकते हैं। उदाहरणार्थ मिट्टी की कोबाल्ट की न्यूनता पेड़ों में भयानक रोग का कारण होती है। इस प्रकार की व्यथा चरागहों पर जानवरों के बढ़ते हुये दबाव के कारण बहुत महत्वकारी हो सकती है।

इसलिये उर्वरक कारखानों को स्थापित करने के अतिरिक्त तत्वों की न्यूनता, प्रत्येक फसल की किसी तत्व की यथार्थ आवश्यकता एवं उर्वरकों के डालने के ढंग पर काफी आधारभूत शोध की आवश्यकता है। भारतीय मिट्टियों के कार्बनिक नाइट्रोजन स्थिरीकरण के बारे में भी हमें अच्छे ज्ञान की आवश्यकता है। हमारा वर्तमान ज्ञान मुख्यतया यूरोप एवं उत्तरी अमेरिका में किये गये कार्यों पर आधारित है। यह भी आश्चर्यजनक न होगा कि इस क्षेत्र में नई खोजें हमारी प्रतीक्षा में हों।

यदि एक बार कृषि को तीन प्रमुख आवश्यकतायें—भूमि, जल एवं उर्वरक—उपलब्ध हो जायँ तो प्रत्येक व्यक्ति को उपज बढ़ाने के बारे में अवश्य सोचना चाहिये। इनमें से (क) पौधों का जेनेटिक सुधार एवं स्वाभाविकतया अच्छे बीजों का प्रयोग तथा (ख) पौधों को कीड़ों एवं परान्नभोजियों से बचाकर स्वस्थ रखना अत्यन्त आवश्यक है।

पौधे का जनन विकास :

विश्व के अनेक आर्थिक उपयोगिता वाले पौधे व्यापक चयन और संकरण के विषय रहे हैं जिसके परिणामस्वरूप ४० प्रतिशत तक उपज में वृद्धि हुई है । इसका स्पष्टीकरण प्रथमतः गन्ने का प्रसंग लेकर किया जा सकता है ।

गन्ने की तीन महत्वपूर्ण जातियाँ हैं—पहली जाति का गन्ना जिसे कि नोबुल केन या पौंड़ा (Saccharum officinarum) कहते हैं भारत, इन्डोनेशिया, हवाई, वेस्ट इन्डीज और मारीशस में बोया जाता है । इन गन्नों में चीनी की ही अधिक मात्रा होती है और ये चूसने के लिये भी उपयुक्त होते हैं क्योंकि इनमें रेशे अल्प मात्रा में होते हैं और इनके छिलके पतले होते हैं । फिर भी ये बहुत से रोगों और कीड़ों के शिकार होते हैं और इन्हें एक तुलनात्मक साम्य मौसम और अन्य अच्छी वातावरणीय दशाओं की आवश्यकता होती है जिससे कि उनसे अच्छी से अच्छी उपज ली जा सके ।

दूसरी जाति का गन्ना है मध्यम गन्ना या मीडियम केन (S. barberi) जो ऐसी जाति के गन्ने का प्रतिनिधित्व करता है और जो अधिकांशतः उपोष्ण कटिबन्धीय परिस्थितियों (Sub-tropical condition) में उत्पन्न होती हैं । ये गन्ने भी नरम गन्ने की भाँति पतले होते हैं और इनमें चीनी का प्रतिशत भी कम होता है । यही नहीं, इनके छिलके मोटे होते हैं और इनमें अधिक रेशे होते हैं । इस कारण से ये चूसने के प्रयोजन के लिये कम उपयोगी होते हैं फिर भी इनमें अन्य वांछित गुण होते हैं जिनसे वे सूखे और पाले को सहकर जीवित रह सकते हैं । ये गुण हैं :—अधिक गहरी और अधिक शक्तिशाली मूल-प्रणाली और कम चौड़ी पत्तियाँ । इनमें नरम गन्ने की अपेक्षा अनेक कीड़ों और रोगों की सहनशक्ति भी अधिक देखी गई है ।

तीसरी जाति का गन्ना जिसे जंगली गन्ना या वाइल्ड स्पिसीज (S. Spontanum) कहते हैं अपने आप, यहाँ तक कि अधिकाधिक उपेक्षित होने पर भी अपनी कई जातियों के साथ, विश्व के अनेक भागों में उगती है । इस गन्ने पर विपरीत परिस्थितियों का जैसे सूखा, पानी की अधिकता, एवं क्षारीयता का कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता और यह इन विपरीत परिस्थितियों का सामना कर के भी जीवित रह लेता है। इस गन्ने को निरर्थक खर पतवार के रूप में माना जा सकता है जो कि मिट्टी के एक बहुत बड़े क्षेत्रफल को घेरे हुये है । इनका तना बहुत ही पतला होता है और छिलका अत्यन्त कड़ा तथा पत्तियाँ अत्यन्त पतली। इनकी पत्तियों, तनों और जड़ों की बनावट में अनेक अनुकूलन (adaptation) दिखाई पड़ते हैं जो कि इस प्रकार के गन्ने को जंगली स्थिति में उत्पन्न होने के योग्य बनाते हैं । ये गन्ने बोये गये गन्नों की अपेक्षा कीड़ों और रोगों के प्रति अधिक सहनशक्ति रखने वाले होते हैं ।

इस शताब्दी के आरम्भिक वर्षों में **बार्बर** (Barber) **एवं वेंकटरमण** ने कोयम्बटूर केन्द्र पर नये ढंग के विकासशील गन्नों को उत्पन्न करने की ओर ध्यान दिया और प्रयत्न किया कि इन तीनों जातियों के गन्ने के "रक्तों" (blood) का मिश्रण किया जाय । नरम गन्ने के साथ जंगली गन्ने के प्रजनन को **नरमीकरण** (Nobilization) कहा गया । वांछित परिणाम की प्राप्ति के लिये आवश्यक है कि एक ही सातत्व में दो या तीन नरमीकरण किये जाँय । त्रिविधिक संकरण (Triple hybridization) के उपयुक्त कार्यक्रम द्वारा ऐसे गन्ने की जातियों को उत्पन्न करना सम्भव हो सका है जिसमें संतोषजनक रस की मात्रा हो और साथ ही विपरीत परिस्थितियों में उत्पन्न होने की क्षमता भी हो ।

इसी प्रकार से इण्डियन एग्रीकल्चरल रिसर्च इन्स्टीट्यूट में बी० पी० पाल एवं उनके सहयोगियों द्वारा गेहूँ की ऐसी नई जातियों को उत्पन्न करने की दिशा में महत्वपूर्ण काम किये गये हैं जो **गिरवी** (Rust) और अन्य रोगों का सामना कर सकें। धान के विकास की ओर भी कुछ प्रगति की गई है। जो मुख्य समस्यायें सामने आईं वे इस प्रकार हैं:—(क) दृढ़ तना जिससे कि पौधे उर्वरक की भारी मात्रा को सहन कर सकें; (ख) पकने की अपेक्षाकृत कम अवधि यथा १०० से १२० दिन तक; (ग) प्रकाशावधि का असंवेदन (Non sensitivity of photoperiod); (घ) पिरीकुलेरिया, हेलमेन्थोस्पोरियम, तने की सूँड़ी, पत्ती का कीड़ा और गाल मक्खी (Gall fly) आदि के विरुद्ध प्रतिरोधकता; (ङ) क्षारीयता, एवं सूखे के विरुद्ध प्रतिरोधकता। ऐसे कार्य की गम्भीरता का अनुमान इससे भी लगाया जा सकता है कि ऐसी किस्मों का जनन आवश्यक है जो अनेक प्रकार के क्षेत्रीय मौसम के भी उपयुक्त हों।

यद्यपि इण्डियन एग्रीकल्चरल रिसर्च इन्स्टीट्यूट, नई दिल्ली, और विभिन्न राज्यों के कृषि विभागों द्वारा नई और अधिक उपयुक्त जातियों को उत्पन्न करने की दिशा में महत्वपूर्ण काम किये गये हैं फिर भी इस कार्य का पूर्ण प्रभाव उस समय तक नहीं प्राप्त होना कहा जा सकता जब तक कि इसके साथ ही साथ उन्नतिशील बीजों के द्विगुणन और वितरण की उचित व्यवस्था न हो जाय। इस उद्देश्य की पूर्ति के लिये १९६३ में हमारी सरकार ने **राष्ट्रीय बीज निगम** (National Seed Corporation) की स्थापना की है। यह निगम माप दंड स्थिर करता है और इसकी भी व्यवस्था है कि पंजीकृत उत्पादकों द्वारा उत्पन्न किये हुये बीज का परीक्षण एवं प्रमाणीकरण कर सके।

पौध सुरक्षा

कीट पतंगों का जीवन चक्र बहुत ही विलक्षण है। ये कीट पतंग इस पृथ्वी पर ३० करोड़ वर्षों से रह रहे हैं और स्वयं मनुष्य से भी अधिक अच्छे ढंग से अपने को व्यवस्थित कर सके हैं। ये कीट पतंग बदलती हुई परिस्थितियों के अनुसार अपने को निम्नलिखित कारणों से निरन्तर अनुकूलित करते रहे हैं:—(क) जीवन की अल्पावधि (ख) एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में शीघ्र प्रत्यावर्तन एवं (ग) प्राकृतिक चयन जो इन कीट पतंगों को रोगों और असमर्थताओं से मुक्त रखता है। स्तनपायी जीवों की अपेक्षा विकिरण का भी वे अधिक प्रतिरोध कर सकते हैं। ये कीट पतंग प्रसन्नता पूर्वक हमारी फसलों को अपना शिकार बनाते हैं और उसी प्रक्रिया में द्विगुणित होते जाते हैं। उनसे जो कुछ बचता है, वही हमें भोजन के लिये उपलब्ध होता है। इनके साथ ही बहुत से सूत्र कृमि या गोल कृमि (nematodes), फफूँदी (Fungi), विषाणु (viruses) और जीवाणु (bacteria) होते हैं जो हमारी फसलों को आघात पहुँचाते हैं और शायद ही कोई फसल बच पाती हो जो इन शत्रुओं के चंगुलों से मुक्त रही हो।

हमें चूहों के क्रियाकलापों को भी नहीं भूलना चाहिये जो फसलों पर पहला आक्रमण खेत पर एवं फिर दूसरा आक्रमण गोदाम में करते हैं। यह अनुमान लगाया गया है कि चूहों की जनसंख्या हमारे देश में मनुष्यों की संख्या से ६०० प्रतिशत अधिक है और यदि यह मान लिया जाय कि इनमें से प्रत्येक केवल एक ही औंस भोजन ग्रहण करता है तो भी क्षति की मात्रा बहुत ही अधिक होती है। फिर बन्दरों और खुले हुये जानवरों द्वारा की गई फसलों की हानियाँ आती हैं और ऐसा प्रतीत होता है कि भूमि की कुल उपज का लगभग ३५ प्रतिशत अंश भी मानवीय उपभोक्ता के हाथों में कभी भी नहीं पहुँच पाता।

इसमें सन्देह नहीं कि हम लोगों ने यत्र-तत्र इन हानिप्रद तत्वों का सामना करने के लिये कुछ प्रयत्न अवश्य किये हैं किन्तु ये प्रयत्न अपर्याप्त सिद्ध हुये हैं। फफूँदनाशी (Fungicides), कीटनाशी (Insecticides) और चूहा मारकों (raticides) का उत्पादन बढ़ाने की आवश्यकता है। इस बात की भी आवश्यकता है कि किसान को कुछ ऐसे सरल यंत्र दिये जायँ जिनसे वह इन कीटमार औषधियों का प्रयोग कर सके। इन सब बातों से कहीं अधिक आवश्यकता ऐसे सक्षम मनुष्यों की भी है जो प्रत्येक रोग, कीट पतंग और परोपजीवी का अध्ययन कर सकें और जो इन रोगों और कीटाणुओं के आक्रमणों की सम्भाविता की सूचना पहले से तैयार कर सकें और उनके रोकथाम के लिये समय पर आवश्यक कदम उठा सकें।

इससे भी आगे उल्लेखनीय यह है कि हर किसान का जीवन खर पतवारों के विरुद्ध निरन्तर युद्ध का जीवन है। उदाहरण के लिये जलकुम्भी (Hyacinth) को ही ले लें। यह लगभग ७० वर्षों से बंगाल में आतंक मचाये हुये है। इस घास के उन्मूलन के अनेक प्रयत्न किये गये किन्तु सभी प्रयत्न असफल सिद्ध हुये हैं। यह बात निःसन्देह सच है कि इस घास पर कुछ संश्लिष्ट हारमोन प्रयोग करके इसे रोका जा सकता है किन्तु हारमोनों का मूल्य भारतीय कृषकों के साधनों की सीमा से परे है। इन उपायों से कहीं अधिक अच्छा जैविक-रोकथाम (Biological Control) के कुछ साधनों को ढूँढ़ निकालना होगा जैसा कि **प्रिकलीपियर** (opuntia dillenii) के प्रसंग में हुआ था। अब भी नये प्रयत्नों की आवश्यकता है जिससे कि जलकुम्भी के संघारक तत्वों का अध्ययन किया जा सके और इसकी बाढ़ को रोकने के आवश्यक प्रयत्न सफलता पूर्वक किये जा सकें।

अपव्यय परिहार

ऊपर लिखी बातों में बहुत सी ऐसी हैं जो क्रमिक रूप में ही प्रभावकारी हो सकती हैं, किन्तु हमारी आंखों के सामने जो प्रचुर मात्रा में क्षतियां हो रही हैं उनसे बचने के लिये आवश्यक कदम सरलता से उठाये जा सकते हैं। हमारे घरों में, छात्रावासों में, होटलों और दावतों तथा मनोरंजनों में भोजन का बहुत सा अंश यों ही सड़कों पर फेंक दिया जाता है जिससे लाभ तो इतना ही होता है कि लावारिस कुत्ते, कौवे और अन्य अवांछित पशुओं को भोजन मिल जाता है और उनकी संख्या में वृद्धि होती है किन्तु इस प्रकार भोजन की कितनी मात्रा का अपव्यय हो जाता है यह विचारणीय है। यही नहीं, हम अपने खाद्य पदार्थ तैय्यार करने की अपव्यय पूर्ण पद्धति से भी बहुत सा भोजन नष्ट कर देते हैं। यह एक सामान्य ज्ञान की बात है कि भूरे रंग का चावल, सफेद रंग के चावल तथा पालिश किये हुये चावल की अपेक्षा कहीं अधिक पौष्टिक होता है और पतले मैदा की अपेक्षा आटा अधिक लाभप्रद है। फिर भी इन सब चीजों को तैय्यार करने में जो निरन्तर हानि होती है उसे रोकने के कोई उपाय नहीं किये जाते। जाड़े के मौसम की समाप्ति पर प्रायः देखा जाता है कि बहुत बड़ी मात्रा में पेड़ों की पत्तियां गिर-गिर कर ढेर का रूप धारण कर लेती हैं और अन्त में जला दी जाती हैं। यह भी एक अपव्यय है। इन पत्तियों का समुचित उपयोग किया जा सकता है। हमारे सभ्य समाज में मल-मूत्र के विसर्जन की जो पद्धति है वह भी विचारणीय है। गंदी नालियों आदि के द्वारा मल मूत्र बहता रहता है और वह या तो नदियों में बहाकर नष्ट कर दिया जाता है या अपने आप सूख जाने के लिये छोड़ दिया जाता है। इस प्रकार हम जल एवं जीवांशिक तत्वों को ही नहीं खोते जिनके प्रयोग किये जाने की आवश्यकता है, वरन् इससे भी भयंकर बात यह है कि हम अपनी नाली-व्यवस्था के द्वारा उन नदियों के जल को दूषित कर देते हैं जिनका पानी हमें पीने के लिये मिला करता है।

कुछ परम्परा-विहीन भोज्य पदार्थ

फसलों के विकसित करने और उनकी समुचित देख-भाल करने के साथ ही समस्या का समाधान ढूंढ़ निकालनेके कुछ और भी साधन हैं जिनका स्पष्टीकरण यहां पर एक उदाहरण के साथ किया जा सकता है। यदि एक इंजीनियर के अधीनस्थ ऐसी मशीने हैं जिनसे महत्वपूर्ण ऊर्जा उत्पन्न नहीं हो पाती और उससे यह मांग की जाती है कि वह अधिक ऊर्जा उत्पन्न करे तो ऐसी स्थिति में वह इस सम्बन्ध में क्या करेगा। सब से सरल तरीका यह होगा कि वह उसी ढंग की और मशीनों का निर्माण करे। किसान भी ऐसी ही स्थिति में है। यदि उसके खेत प्रचुर मात्रा में उपज नहीं दे पाते तो जैसे इन्जीनियर और अधिक संख्या में मशीनों की रचना करता है उसी प्रकार किसान भी कृषि योग्य भूमि के क्षेत्र में विस्तार करे। किन्तु यदि इंजीनियर के पास अधिक बुद्धि है तो वह अपनी मशीन को सुधारने का प्रयत्न कर सकता है या उसे बिल्कुल ही नया रूप प्रदान कर सकता है।

इसके पूर्व कि हम इस विषय के तत्वों पर विचार करें, उचित यही होगा कि हम पहले अपने वर्तमान प्रकाश-संश्लेषणमशीनों (photosynthetic engines) की कमियों पर विचार कर लें।

पहली बात यह है कि हमारी अधिकांश फसलों के पौधे अपने ऊपर पड़ने वाली सौरऊर्जा के एक सीमित प्रतिशत का रूपान्तरण कार्बनिक पदार्थों के रूप में कर पाते हैं। साधारणतया यह रूपान्तरण केवल लगभग ०·३ प्रतिशत ही हो पाता है। इसके आगे उनके बढ़ने की दर कम हो जाती है और बहुत ही अल्प अवधि तक वे अपनी चरम सक्रियता पर होते हैं। हम धान का उदाहरण लें। केवल आरम्भिक पाँच सप्ताहों में ही लगभग एक चौथाई हिस्सा अधिकतम पत्ती सतह (maximal leaf surface) का विकास हो पाता है। आगे के दो सप्ताहों में एक चौथाई अतिरिक्त सतह बढ़ती है। आठवें और नवें सप्ताह में जाकर ही केवल अधिकतम पत्ती सतह का विकास हो पाता है। इसके बाद पौधा केवल कुछ ही हफ्तों तक सक्रिय रहता है और फिर कटाई के लिए तैयार हो जाता है। इस प्रकार आरम्भ शून्य से होता है और चरम क्षमता बहुत ही मन्द गति से प्राप्त हो पाती है। फिर चरम क्षमता का समय अत्यल्प होता है और इसके पश्चात् प्रक्रिया ठप हो जाती है। इस प्रक्रिया को फिर से प्रारम्भ करने के लिए दूसरी फसल बोने तक और कोई प्रक्रिया नहीं हो पाती।

दूसरी बात यह है कि पौधे की पत्तियाँ ही केवल प्रकाश संश्लेषक होती हैं। अन्य ऊतक (Tissues) भोजन बनाने के कार्य में भाग नहीं लेते। अन्तिम रूप से, पौधे द्वारा संश्लेषण किये गये कार्बनिक पदार्थों के योग का केवल एक अंश ही खाद्य अंश होता है। हमारे बहुत से अनाजों में दाना और आम में फल का रस या गूदा ही काम में आता है जब कि तना, पत्ती और जड़ का मानवीय उपभोग के लिए कोई उपयोग नहीं रह जाता। यह एक वहुत ही भयंकर अपव्यय है जो कि नित्य हमारी आंखों के सामने खेतों और जंगलों में होता रहता है।

यह बात तो समझ में आती है कि जानवरों को पत्तियाँ खिला दी जायँ और फिर बाद में जानवरों को खा लिया जाय या उनसे दूध प्राप्त किया जाय। किन्तु यह प्रशंसनीय बात है कि जानवरों के भोजन का $\frac{9}{10}$ अंश श्वसन तथा अन्य क्रियाओं में व्यय हो जाता है और उसमें हम केवल $\frac{1}{10}$ अंश का ही उपयोग कर पाते हैं। जितना व्यय होता है उसके अनुसार प्राप्ति की दृष्टि से आमिष भोजन अपव्ययता से पूर्ण है। इस का तात्पर्य यह नहीं है कि हम जानवरों को अपने भोजन का अंश न बनावें अपितु यही उचित प्रतीत होता है कि हम स्वयं पौधों से ही सीधे अपने तत्व प्राप्त कर सकते हैं। उन्हें किसी मध्यवर्ती माध्यम से उपलब्ध न करके

2

सीधे प्राप्त करें। रोथैमस्टेड परीक्षण केन्द्र के एन० डब्ल्यू पियरी ने पत्तियों से ऐसे निष्कर्ष प्राप्त करने के प्रयत्न किये हैं। उनकी पद्धति पत्तियों को पीसकर उनके रेशों के तत्वों से शर्करा और प्रोटीन निकाल लेने की है। यद्यपि हम सेल्यूलोस तथा हेमीसेल्यूलोस, को नहीं पचा पाते किन्तु जानवर उन्हें सरलता से पचा लेते हैं क्यों कि उनके पेट में सूक्ष्म जीवाणु सहायक हो जाते हैं। यदि निकाले गये रस को गरम किया जाय तो प्रोटीन को अलग किया जा सकता है और पुनः पनीर जल (whey) को भी निकाला जा सकता है जिसमें शर्करा होती है और उनका उपयोग खमीर (yeast) उत्पन्न करने में किया जा सकता है। प्रोटीन का अंश शुद्धीकृत रूप में मनुष्यों के कार्य में आ सकता है।

तो भी अधिकांश पौधों से प्राप्त प्रोटीन मनुष्य के लिए आवश्यक अमीनो अम्लों में अपर्याप्त होते हैं। उदाहरण के लिए हमारे अनाजों में लाइसीन की न्यूनता होती है एवं मेथियोनीन तथा ट्रायोफेन भी कम मात्रा में पाये जाते हैं। इस प्रकार खमीर हमारे भोजन का उपयुक्त पूरक है। यह पर्णहरित विहीन होने के कारण अकार्बनिक माध्यम में नहीं उगाया जा सकता है लेकिन इसकी आवश्यकतायें बहुत ही कम हैं और इसे जो कुछ भी चाहिए वह केवल अमोनियम मिश्रण एवं शीरा (मोलेसेज) है। यह ज्ञात किया जा चुका है कि २४ घंटे में १००० पौंड भार से १००० पौंड प्रोटीन उत्पन्न किया जा सकता है जबकि १००० पौंड टारुलाप्सिस खमीर (Torulopsis yeast) उतने ही समय में ४००० पौंड प्रोटीन उत्पन्न कर सकता है। इस प्रकार मांस पैदा करने वाले फार्म की अपेक्षा खमीर फैक्टरी अधिक लाभप्रद है। शीरे (मोलेसेज) के स्थान पर हम जल विश्लेषित बुरादे को, कागज-कारखाने के काष्ठगूदे को एवं पत्तियों से निकले रस से प्रोटीन निकाल लेने के बाद बेचे हुये पनीरजल (whey) को प्रयुक्त कर सकते हैं। जिस प्रकार टारुलाप्सिस (Torulopsis) प्रोटीन उत्पन्न करने के लिए उपयुक्त है उसी प्रकार दो अन्य जातियाँ **इन्डोमाइसेज** (Endomyces) एवं **रहोडोटारुला** (Rhodotorula) वसा उत्पन्न करने के लिये संतोषजनक सिद्ध हो चुकी हैं। खमीर पौधे-समुदाय से सम्बन्धित होने के कारण और भी लाभप्रद हैं क्योंकि खमीर का प्रोटीन हमारे शाकाहारी भाइयों द्वारा भी खाया जा सकता है, जो कि धार्मिक वर्जन के कारण मांस एवं मछली का वहिष्कार करते हैं।

अभी हाल में यह प्रश्न उठाया गया है कि क्या खमीर (yeast) कार्बोहाइड्रेट के अतिरिक्त हाइड्रोकार्बन पर भी उगाया जा सकता है? १९५२ ई० में फेलिक्स जस्ट (Felix Just) नामक एक जर्मन जीव वैज्ञानिक ने पैराफिन हाइड्रोकार्बन के ऊपर खमीर को उगाने में सफलता प्राप्त की। इस प्रक्रम में निम्न बाधायें हैं:––(क) हाइड्रोकार्बन पानी में अविलेय हैं एवं केवल निलम्बन में रखे जा सकते हैं, (ख) ऐसे संवर्ध को शर्करा किण्वभोज की अपेक्षा अधिक आक्सीजन की आवश्यकता होती है, और (ग) मुक्त ऊर्जा में तिगुनी बृद्धि के कारण माध्यम के ताप नियंत्रण के लिए सक्षम शीतन तंत्र की आवश्यकता पड़ती है। किन्तु लाभ यह है कि हाइड्रोकार्बन में आक्सीजन विद्यमान नहीं होता इसलिए ऊर्जा स्रोत के रूप में ये कार्बोहाइड्रेट की अपेक्षा अधिक उपयोगी हैं। एक किलोग्राम हाइड्रोकार्बन इतनी ही मात्रा में खमीर (yeast) उत्पन्न कर सकता है जब कि एक किलोग्राम शर्करा केवल इसकी आधी मात्रा उत्पन्न कर सकता है।

इस समय सबसे अच्छा हाइड्रोकार्बन गैस तैल (Gas oil) है जो इंजन एवं घरेलू वाष्पीकरण का एक अंग है। चयन, प्रजनन (breeding) एवं उत्परिवर्तन (mutation) के द्वारा इससे भी अच्छे प्रकार का खमीर (yeast) उत्पन्न किया जा सकता है जो कि अधिक मात्रा में, अधिक पचनीयता वाला, उत्कृष्ट एवं विषाक्तता से मुक्त प्रोटीन देगा।

जहाँ हम भूमि को ही सामान्यतः अपने भोजन का स्रोत समझते हैं, समुद्र के अन्दर हो रहा प्रकाश-संश्लेषण इससे कहीं अधिक उच्च कोटि का है, भले ही इसका अधिकाधिक भाग अप्रयुक्त रह जाता हो। यह भी सम्भव है कि प्लवक (Plankton) का संग्रहण, जिस पर कि मछली का निर्वाह होता है सीधे किया जाय और उससे मनुष्य के लिये भोजन पदार्थ निर्मित किया जाय। लेकिन अभी तक यह कार्य सफलतापूर्वक नहीं किया जा सका और इस समय यह केवल कल्पना-लोक की तरंग के अतिरिक्त और कुछ भी नहीं है, किन्तु देश पर जनसंख्या के बढ़ते हुये दबाव, एवं हमारी भूमि के क्षीणीकरण को देखते हुए प्लवक (Plankton) को काफी मात्रा में इकट्ठा करना एवं उनको खाने के योग्य बनाने को एक उचित उद्यम मानना अस्वाभाविक नहीं होगा। विद्युत शक्ति की सहायता से जीवों को एक दायरे के भीतर रख कर वैज्ञानिक विधि से मत्स्य-पालन एक अन्य अधिक लाभदायक सम्भावना है।

पिछले वर्षों में खाद्य-उत्पादन की दिशा में कतिपय एककोषीय (unicellular) हरित शैवाल (green algae) का उपयोग करने के विषय में वहुत कुछ लिखा जा चुका है। इनमें से क्लोरेला (chlorella) सबसे अधिक महत्वपूर्ण हैं। इनके कोषों (cells) की संख्या वृद्धि बहुत ही तीव्र गति से होती हैं (प्रति १२ घंटा में एक बार), इनकी बृद्धि के लिए केवल साधारण अकार्बनिक लवणों की आवश्यकता पड़ती है जिसके उपरांत ५ प्रतिशत कार्बन डाइ आक्साइड धारी वायु पानी से होकर निकल जाती है। इस प्रकार जो कार्बनिक यौगिक संश्लेषित होते हैं उनमें प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट तथा लाइपिड मुख्य हैं। यही नहीं, क्लोरेला (chlorella) सूर्य की दो प्रतिशत ऊर्जा को प्रतिवर्तित कर सकता है और सोया-बीन और मूँगफली की तुलना में भी उनसे कहीं अधिक प्रोटीन प्रति एकड़ उत्पन्न कर सकता है। यहाँ स्मरणीय है कि सोयाबीन और मूँगफली हमारी परम्परागत फसलों में सबसे अधिक प्रोटीन उत्पादक मानी जाती हैं। यहाँ यह प्रश्न अवश्य विचारणीय रह जाता है कि क्या शैवाल (Alga) को सीधे मानवीय खाद्य या पशुओं के भोजन के काम में लाया जा सकता है अथवा इसे अधिक सरलता से किन्ही रसायनों में परिवर्तित किया जा सकता है? वर्तमान सुझावों के अनुसार एक शैवालिक खाद्य फैक्ट्री की प्रमुख इकाई का रूप इस प्रकार होगा—(क) एक तालाब के रूप में एक प्रकाश संश्लेषणीय प्रतिकारी (photosynthetic reactor) जहाँ कि शैवाल उत्पन्न होगा और सूर्य प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग करके द्विगुणन करेगा, (ख) एक कला पृथक्कारी (Phase Separator) जहाँ कि शैवालिक कोष या तो अपकेन्द्रण (Centrifugation) या तो स्कंधन (coagulation) प्रक्रिया के द्वारा द्रव में से पृथक किये जायेंगे, और (ग) एक आत्मचालित नियंत्रण प्रणाली (Automatic Control System) जिससे कि पोषक तत्वों, गैसों और शैवालिक समूह को प्रकाश संश्लेषणात्मक प्रतिकारी (Photosynthetic reactor) के भीतर आने और जाने के बहाव के क्रम को नियमित करने के लिए वाल्व (Valve) को बन्द किया या खोला जा सके। इस प्रकार के औद्योगिक प्रकाशसंश्लेषणात्मक पौधों की पृष्ठभूमि में सबसे अधिक रोचक विचारों में से एक विचार शैवाल के प्रतिकारी (reactor) में गन्दे पानी के उपयोग से उत्पन्न करने का है। साधारणतः यह माना जाता है कि शैवाल द्वारा भुक्त आक्सीजन संयुक्त दूषित कार्बनिक तत्व जीवाणु जनित आक्सीकरण (oxidation) के लिये उपयोग में लाया जा सकता है। शैवाल कुछ घुले हुए नाइट्रोजन और फास्फोरस में से कुछ का उपयोग भी कर लेता है और ई० कोलाई (Escherichia coli) की संख्या को कम करता है। इस प्रकार प्रकाशसंश्लेषणात्मक प्रतिकारी केवल खाद्य ही उत्पन्न नहीं करेगा बल्कि पानी का नवीकरण (renovate)

भी करेगा। शैवालिक कोषों की कटाई करलेने के बाद इस पानी का उपयोग सिंचाई के लिये किया जा सकता है। यद्यपि इस विचार को कार्यरूप में परिणत करने में कुछ दशक लग सकते हैं किन्तु यह एक सम्भावित और परीक्षणीय विचार है।

कृषि शिक्षा एवं शोधकार्य

भारत में कृषि शिक्षा एवं उस पर शोध कार्य करने के लिये बहुत सी संस्थायें हैं। यहाँ ६४ कृषि विद्यालयों का जाल बिछा हुआ है। यहाँ बहुत सी शोध-संस्थायें भी हैं जिनमें से इंडियन एग्रीकल्चरल रिसर्च इन्स्टीट्यूट को प्राथमिकता मिलनी ही चाहिये। इसके साथ ही साथ विशेष उपयोगी वस्तुओं एवं नकदी फसलों पर अन्वेषणात्मक कार्य करने के लिए भी बड़े-बड़े शोध संस्थान हैं। जैसे गन्ना (कोयम्बटूर, लखनऊ) जूट (बैरकपुर), धान (कटक), आलू (शिमला), शाक (कुलू), नारियल (केसरगढ़, कयामकुलम) इत्यादि। मृदा एवं पौध विषाणु (Plant virus) पर शोध कार्य करने के लिए दो नई संस्थाओं के जल्दी ही प्रारम्भ हो जाने की सम्भावना है। इसके साथ ही साथ सरकार इस प्रकार की विभिन्न शोध योजनाओं पर काफी धन खर्च करती है। पन्तनगर, कल्यानी, जबलपुर, बंगलौर, लुधियाना, भुवनेश्वर, उदयपुर एवं राजेन्द्रनगर में नये कृषि विश्वविद्यालय खोले जा चुके हैं। फिर भी परिणाम वहुत उत्साहजनक नहीं हैं।

वास्तविक स्थिति यह है कि जबतक कि स्कूल स्तर पर बच्चों को जीव विज्ञान का प्रत्यक्ष ज्ञान नहीं कराया जायगा तब तक यह सम्भव नहीं है कि वे कालेज स्तर में इस विषय की ओर आकृष्ट हो सकें। वर्तमान स्थिति में हमारे अधिकांश विद्यालय भौतिकी, रसायनशास्त्र और गणित की शिक्षा प्रदान करते हैं और आनुपातिक रूप में जीव विज्ञान वहुत ही थोड़े विद्यालयों में वैकल्पिक विषय के रूप में पढ़ाया जाता है। इसका उपचार विज्ञान का पाठ्य क्रम में जीव विज्ञान को सम्मिलित कर के स्कूल स्तर पर ऐसे ढंग से एकीकृत किया जा सकता है कि विश्वविद्यालयीय स्तर पर अधिक विद्यार्थी जीवविज्ञान और कृषि की ओर आकर्षित हो सकें। और अधिक कृषि कालेजों और विश्वविद्यालयों के खोलने के पूर्व हमें यह देखना होगा कि उनमें उपयुक्त कार्यकर्ताओं की भर्ती हो।

साथ ही यह भी लाभप्रद होगा कि सभी स्तरों पर अधिक संख्या में छात्रवृत्तियां प्रदान की जाँय जिससे सूक्ष्म और बुद्धि सम्पन्न विद्यार्थी अधिक संख्या में सजीव प्राणियों के अध्ययन की ओर उन्मुख हो सकें। आज की वर्तमान स्थिति में उपज वृद्धि की दिशा में किये जाने वाले हमारे प्रयास सम्भव है कि उतने सफल न हों क्योंकि कि हम भले ही वांछित मात्रा में फँफूदीनाशक, कीट मार एवं उर्वरक प्राप्त कर लें, परन्तु यह अत्यन्त आवश्यक होगा कि हम इस बात की भी जानकारी करें कि उनका उपयोग किस प्रकार किया जाता है और यह कि ये सूचनायें किसानों तक पहुँचायी जा रही हैं। एक दूसरा उदाहरण लें तो यह कहना होगा कि युद्ध और प्रतिरक्षा के लिए केवल तोप, टैंक, छतरी और लड़ाकू जहाज ही निर्मित करना पर्याप्त नहीं होता। यह भी आवश्यक है कि ऐसे मनुष्यों को प्रशिक्षित भी किया जाय जो उनका उपयोग कर सकें और ऐसे प्रशिक्षित लोगों की संख्या मोर्चे पर लगे हुए लोगों से इतनी अधिक हो कि मरने वालों का स्थान दूसरे प्रशिक्षित व्यक्ति ग्रहण कर सकें। कृषि में, जो भारतवर्ष का सब से बड़ा उद्यम है, युद्ध से भी कहीं अधिक खतरा है और इसके लिए अच्छे से अच्छे बुद्धि सम्पन्न व्यक्ति ही उपयुक्त होंगे। यह दुर्भाग्य पूर्ण है कि न तो खाद्यमंत्री और न नियोजन आयोग ने ही इस तथ्य की ओर अब तक ध्यान दिया है और जीव विज्ञान की स्थिति आज भी अत्यन्त दयनीय

है। आज भी जीव विज्ञान को एक लघुतर विषय माना जाता है जिसका उद्देश्य केवल परिष्कृत प्रकृति की महिलाओं को जीवन के कुछ तथ्य बता देना माना जाता है जिससे कि वे अपने घरों में थोड़ा सा बगीचा का कार्य कर सकें।

इस प्रसंग में राष्ट्रीय प्राणि शास्त्र प्रयोग शाला का भी उल्लेख किया जा सकता है जिसे कि सी० एस० आई० आर० ने काँगड़ा घाटी के पालमपुर स्थान पर स्थापित करने का प्रस्ताव किया है। सर्वप्रथम तो इसके प्रयोजनों के व्याख्या की आवश्यकता है। फिर दूसरी बात यह है कि इसकी कार्यायोजना देश की वर्तमान आवश्यकताओं के आधार पर पुनर्व्यवस्थित होनी चाहिये और इन कृत्यों के पालन के उपयुक्त स्थान चुनाव की भी आवश्यकता है। इन बातों पर सम्यक रूप से विचार करने पर सम्भव है कि परिणाम यह हो कि देश की वर्तमान कठिन अर्थव्यवस्था में करोड़ों रुपयों का अपव्यय हो जाय। आधारभूत और शुद्ध शोधकार्य प्राथमिक रूप में कुछ विद्यालयों में और इन आधारों पर कार्य करने वाली संस्थाओं में सरलता पूर्वक किया जा सकता है। आवश्यकता इस बात की है कि राष्ट्रीय प्राणि विज्ञान अनुसंधानशाला सहायक जीवविज्ञान के उन अनेक पक्षों पर अपना ध्यान केन्द्रित करे जो अभी तक हमारे देश में पूर्णतया उपेक्षित रहे हैं। कर-दाताओं को यह अधिकार है कि वे इस बात की माँग करें कि आज देश की उत्यधिक खाद्य सम्बन्ध कमी और आत्म सम्मान की निरन्तर हानि को विचार में रखते हुए एक दृढ़ वैज्ञानिक नीति अपनाई जाय जिसका लक्ष्य व्यावसायिक जीव विज्ञान और खाद्य उत्पादन की ओर हो।

उपसंहार

संक्षेपतः कहा जा सकता है कि भारत माता निरन्तर बढ़ती हुई जनसंख्या के भार से दबी जा रही है। यद्यपि वहुत अधिक चिन्तित होने की आवश्यकता नहीं है फिर भी हमें अब किंचित भी समय नष्ट नहीं करना चाहिए और अपनी पूरी योगता के साथ उत्पादन वृद्धि तथा उर्वरता नियंत्रण के प्रयत्नों में लग जाना चाहिए। यदि विज्ञान को ठीक प्रोत्साहन मिला और उसका समुचित उपयोग हुआ तो परिस्थिति बदल सकती है। आग लगने पर हमें हाथ पर हाथ धरे बैठे रहने की आवश्यकता नहीं है। उपचार की अपेक्षा निरोध कहीं अधिक अच्छा हुआ करता है और जब आग लग ही गई हो तो कभी-कभी समूचे फायर ब्रिगेड की तुलना में हाथ में आया हुआ आग बुझाने वाला यंत्र अधिक सार्थक सिद्ध हुआ करता है। वह छोटा सा यंत्र उन बड़ी-बड़ी नलिकाओं की अपेक्षा कहीं अधिक उपयोगी सिद्ध होता है, यदि ये नलिकायें वास्तविक आग लगने के कुछ घंटे बाद उपलब्ध हों। यही नहीं, इससे भी कोई लाभ न होगा कि हम अपने प्रयत्न अभी तो जारी रखें और पी० एल० ४८० के गेहूँ के पहुँचते ही हमारे प्रयत्न शिथिल हो जायें। भारत को खाद्य के मामले में आत्मनिर्भर बनाने की दिशा में बहुत बड़ी मात्रा में बुद्धि, रक्त, श्रम और आसुओं की आवश्यकता होगी। यह एक रोचक प्रसंग है कि जब कि हम जेट विमानों, रेसकारों, वाशिंग मशीनों, टेलीविजन सेटों, एटमबमों, अन्तरिक्ष खोजों और इसी प्रकार के अन्य कौतुकों के सम्बन्ध में इतना अधिक सुनते हैं तो आधी से अधिक दुनियाँ आज भी भोजन के लिए तरस रही है। आज हम अपने इस पागलपन को छोड़ें और इस बात का अनुभव करें कि जो बातें अत्यावश्यक हैं उन्हें प्राथमिकता दी जाय। अन्य देशों की तुलना में हम इस दिशा में बहुत पीछे हैं इसलिए हमें द्रुत गति से काम करने की आवश्यकता है। हम सब कुछ करके भी सोमवार के दिन का अपना एक समय का भोजन छोड़ें और हम तात्कालिक रूप से उन कठिनाइयों और उस भूख को सहन करना सीखें जो कुछ समय

बाद हमें सहनी पड़ सकती है किन्तु हम शिथिलता को न बरतें। पौधे ही हमें हर प्रकार का भोजन प्रदान करते हैं और पौधविज्ञान को आज हम वैज्ञानिक व्यवस्था में दुम की स्थिति से ऊपर उठा कर शीर्ष की स्थिति तक पहुँचावें। अगर भविष्य के लिए कोई नारा उपयोगी है तो वह यही होगा कि पौधों की संख्या बढ़े और मनुष्यों तथा पशुओं की संख्या कम हो।

—:O:—

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 15-33

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 15-33

हाइड्रस कैडमियम आक्साइड का अवक्षेपण-I
कैडमियम सल्फेड एवं सोडियम हाइड्राक्साइड की अभिक्रिया का अध्ययन

अरुण कुमार सक्सेना, मनहरन नाथ श्रीवास्तव तथा बी० बी० एल० सक्सेना
रसायन विभाग, प्रयाग विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

(प्राप्त—अक्टूबर 15, 1965)

सारांश

प्रस्तुत प्रपत्र में कैडमियम सल्फेट विलयन से सोडियम हाइड्राक्साइड के द्वारा कैडमियम हाइड्रस आक्साइड के अवक्षेपण, तथा उस पर काल प्रभाव का अध्ययन किया गया है। ऐसा देखा गया है कि अधिकाधिक मात्रा में क्षार मिलाने पर विभिन्न हाइड्राक्सी सल्फेट यौगिक क्रमश: $Cd(OH)_{1\cdot33}(SO_4)_{0\cdot17}$ zH_2O (I), $Cd(OH)_{1\cdot5}$ $(SO_4)_{0\cdot17}$ $z\,H_2O$ (II) और संभवत: $Cd(OH)_{1\cdot66}$ $(SO_4)_{0\cdot17}$ z H_2O (III) भी अवक्षिप्त होते हैं, तथा अन्त में लगभग 1·5 तुल्य से अधिक मात्रा में क्षार मिलाने पर कैडमियम हाइड्राक्साइड का अवक्षेप प्राप्त होता है। इनमें से प्रथम दो हाइड्राक्सीसल्फेट (I) और (II) $Cd^{++} : OH^-$ की दृष्टि से फाइटक्नेक्ट के हाइड्राक्सीसल्फेट $2Cd(OH)_2 . CdSO_4 . H_2O$(I′) और $3Cd(OH)_2 . CdSO_4 . H_2O$ (II′) के ही समान हैं, परन्तु इनमें सल्फेट की मात्रा फाइटक्नेक्ट के सूत्रों की अपेक्षा बहुत कम है। ये संभवत: निम्न हाइड्राक्सीसल्फेटो और हाइड्राक्सी संकरों के मिश्रण हैं। प्रथम (I) $Cd(OH)_{1\cdot33}$ $(SO_4)_{0\cdot33}\,zH_2O$ एवं $Cd(OH)_{1\cdot33}\,z\,H_2O$ का समअणुक मिश्रण है, और द्वितीय (II) में $Cd(OH)_{1\cdot5}(SO_4)_{0\cdot25}\,zH_2O$ एवं $Cd(OH)_{1\cdot5}\,z\,H_2O$ 2:1 के अनुपात में विद्यमान हैं। इन यौगिकों को आवेशहीन ओलीयत बहुअवयवीय हाइड्राक्सीसल्फेटों या हाइड्राक्सी संकरों के रूप में चित्रित किया गया है। हाइड्राक्सी संकरों के रचना की व्याख्या Cd—Cd बन्ध के आधार पर की गई है।

काल प्रभाव के अध्ययन से स्पष्ट है कि पहले अवक्षेपों के द्वारा सल्फेट आयन के अधिशोषण की भूमिका विशेषकर सान्द्र विलयनों में अधिक महत्त्वपूर्ण होती है; परन्तु बाद में हाइड्राक्सीसल्फेट यौगिकों का जल-अपघटन अधिक महत्त्वपूर्ण हो जाता है जिससे कि विलयन में H^+ आयन के साथ साथ $SO^=_4$ भी मुक्त होते हैं। H^+ आयन आक्जोलेशन क्रिया के द्वारा भी मुक्त हो सकते हैं, जिसके फलस्वरूप काल प्रभाव के द्वारा अवक्षेपों की सक्रियता भी घटती जायेगी।

Abstract

Precipitation of Hydrous Cadmium Oxide-I. $CdSO_4$ – NaOH System. *By* Arun Kumar Saxena, Man Haran Nath Srivastava and B. B. L. Saxena, Chemistry Department, University of Allahabad, Allahabad (India).

The precipitation of hydrous cadmium oxide from a solution of cadmium sulphate by sodium hydroxide, and its ageing has been studied. It is observed that with the progressive addition of the alkali, various hydroxysulphate $Cd(OH)_{1 \cdot 33}(SO_4)_{0 \cdot 17}\ z\ H_2O$ (I), $Cd(OH)_{1 \cdot 5}(SO_4)_{0 \cdot 17}\ z\ H_2O$(II) and also possibly $Cd(OH)_{1 \cdot 66}(SO_4)_{0 \cdot 17}\ z\ H_2O$ (III) are successively precipitated, finally resulting into cadmium hydroxide, when more than 1·5 equivalents of alkali is added. The hydroxysulphates (I) and (II) closely resemble those reported by Feitknecht $2\ Cd(OH)_2 \cdot CdSO_4\ H_2O$ (I′) and $3\ Cd(OH)_2 \cdot CdSO_4 \cdot H_2O$ (II′), as far as their $Cd^{++} : OH^-$ ratios are concerned, but differ significantly in their sulphate content, which are much less than required by Feitknecht's formulae. These have been regarded as mixed hydroxysulphates and hydroxy complexes, the (I) being an equimolecular mixture of $Cd(OH)_{1 \cdot 33}(SO_4)_{0 \cdot 33}\ z\ H_2O$ and $Cd(OH)_{1 \cdot 33} \cdot z\ H_2O$, and the (II) containing $Cd(OH)_{1 \cdot 5}(SO_4)_{0 \cdot 25}\ z\ H_2O$ and $Cd(OH)_{1 \cdot 5}\ z\ H_2O$ in the ratio of 2:1. These have been represented in the form of unchanged olated polymeric hydroxysulphats or hydroxy complexes, the formation of the latter being explained on the assumption that some Cd—Cd bonding is also involved.

During ageing, in the earlier part, the adsorption of the sulphate ions by the precipitate plays a prominent role, specially in concentrated solutions. But later on, the hydrolysis of the hydroxysulphates into hydroxy compounds accompanied with the release of H^+ and $SO_4^=$ ions becomes much more important. However, hydrogen ions are released throughout, and this may also be due to oxolation, with the result that with ageing the precipitates may become less reactive.

घोष एवं उनके सहयोगियों[1] ने विभिन्न धातुओं (आयरन, एल्यूमीनियम, क्रोमियम, कापर, टिन आदि) के हाइड्रस आक्साइड के अवक्षेपण का अध्ययन किया है जिसमें कि उन्होंने ब्रिटन[2] आदि के इस निरीक्षण की पुष्टि की है कि इन धातुओं के हाइड्रस आक्साइड अपने तुल्य की अपेक्षा क्षारों की कम ही मात्रा से पूर्णत: अवक्षिप्त हो जाते हैं। परन्तु वे ब्रिटन के भास्मिक लवणों के बनने के सिद्धांत से सहमत नहीं हैं, प्रत्युत इन अवक्षेपणों में जल अपघटनीय अधिशोषण क्रिया के महत्त्व पर अधिक बल दिया है। क्विन्टिन[3] के अनुसार किसी भी हाइड्रस आक्साइड का संघटन निम्न सूत्र $M(OH)_x A_y$ के द्वारा प्रगट किया जा सकता है जिसमें M एक z -संयोजक धातु है और A एक एक संयोजक ऋणायन है, तक X और Y का योग Z के बराबर है। कैडमियम हाइड्रस आक्साइड को निम्न सूत्र $[Cd(OH)_2]_p Cd^{++}_q$ के रूप में लिखा जा सकता है। ज्यों ज्यों कैडमियम सल्फेट के विलयन में पोटैशियम हाइड्राक्साइड की अधिकाधिक मात्रा मिलाई जाती है प्राप्त अवक्षेप के सूत्र में p का मान बढ़ता जाता है और Q का मान घट जाता है। इस प्रकार उनके विचार से कोई विशिष्ट भास्मिक लवण नहीं प्राप्त होता। परन्तु इसके विपरीत बाई[4] ने दो भास्मिक लवण $CdSO_4—3Cd(OH)_2, 3H_2O$(I) तथा $CdSO_4—Cd(OH)_2$ (II) तथा फाइटक्नेक्ट[5] (Feitknecht) ने विभिन्न दशाओं में तीन भास्मिक लवणों $CdSO_4, 2Cd(OH)_2, H_2O$ (I), $CdSO_4, 3Cd(OH)_2, H_2O$ (II) तथा $CdSO_4, 3 \cdot 5\ Cd(OH)_2$ (III) के बनने के प्रमाण दिये हैं। फाइटक्नेक्ट के अनुसार कैडमियम सल्फेट के विलयनों में सभी ताप एवं सान्द्रता की दशाओं में सोडियम हाइड्राक्साइड मिलाने पर (III) अवक्षिप्त होता है, परन्तु तुल्यांक के

80% या उससे अधिक मात्रा में क्षार मिलाने पर यह कैडमियम हाइड्राक्साइड $Cd(OH)_2$ में परिणत हो जाता है। सामान्य ताप पर कैडमियम सल्फेट के विलयनों के साथ काल प्रभाव के द्वारा यह (II) में परिणत हो जाता है, यदि विलयन की सान्द्रता ०.०5 M तक हो, परस्न्तु इससे अधिक सान्द्र विलयनों में यह (I) में परिणत हो जाता है। मोएलर[6] के अनुसार कैडमियम हाइड्रस आक्साइड के अवक्षेपण में नाइट्रेट के अतिरिक्त अन्य ऋणायनों की उपस्थिति में ऋणायन युक्त हाइड्राक्सी संकर यौगिक प्राप्त होते हैं, जिनका स्थायित्व ऋणायन की प्रकृति पर निर्भर है। प्रस्तुत प्रपत्र में कैडमियम सल्फेट के विलयनों से सोडियम हाइड्राक्साइड के द्वारा कैडमियम हाइड्रस आक्साइड के अवक्षेपण का पुनः अध्ययन करके प्राप्त अवक्षेप की प्रकृति पर प्रकाश डाला गया है और उसके ऊपर काल प्रभाव का भी अध्ययन किया गया है।

प्रयोगात्मक

कैडमियम सल्फेट (AnalaR) तथा सोडियम हाइड्राक्साइड (Merck) के 0·5 M विलयन बनाये गये और उनकी सान्द्रता ज्ञात की गई। कैडमियम की सान्द्रता सोलोक्रोम ब्लैक सूचक का प्रयोग करते हुये E.D.T.A.[7] के द्वारा अनुमापित करके ज्ञात की गई। सल्फेट का भी अनुमापन रोडाइजोनिक एसिड[8] सूचक के प्रयोग के द्वारा आयतनात्मक बिधि से ही किया गया। प्रयोगों में उपयुक्त कैडमियम सल्फेट के सभी विलयन इसी विलयन को तन्वित करके प्राप्त किये गये।

पी-एच० एवं विद्युच्चालकता के मापन क्रमशः लीड्स नार्थप के पी-एच० मीटर एवं कन्डक्टेंस ब्रिज के द्वारा किये गये।

(1) **अवक्षेपण के अध्ययन** :—(अ) वैश्लेषिक अध्ययन (1) 0·1M कैडमियम सल्फेट विलयन की एक निश्चित मात्रा (20 मिली०) को 100 मिली० के मापी फ्लास्कों में लेकर उनमें सोडियम हाइड्राक्साइड के एक मानक विलयन की विभिन्न मात्राएँ मिलाई गईं और फिर उन मिश्रणों का आयतन 100 मिली० कर दिया गया। क्षार मिलाने के लगभग 10 मिनट पश्चात मिश्रणों को 5 मिनट तक 2000 चक्र प्रति मिनट की गति से सेन्ट्रीफ्यूज किया गया, जिससे कि अवक्षेप बैठ गया, और ऊपर एक स्वच्छ विलयन प्राप्त हुआ। इस प्रकार क्षार मिलाने से लेकर अवक्षेप से विलयन को पृथक करने तक कुल 15 मिनट का समय लगा, और यह ध्यान रखा गया कि सभी प्रयोगों में यह समय समान ही रहे। फिर इस प्रकार प्राप्त विलयन में Cd^{++} और $SO_4^{=}$ को उपरोक्त विधियों के द्वारा अनुमापित किया गया। प्रयोग फलों से अवक्षिप्त Cd^{++} और अवक्षेप में संयुक्त $SO_4^{=}$ के मात्राओं की गणना की गई। इन सभी मात्राओं को **ग्राम आयन** $\times 10^4$ के **रूप में प्रदर्शित किया गया है**। इसी प्रकार है 0·1 M कैडमियम सल्फेट विलयन की अन्य मात्राओं (10 मिली०, एवं 5 मिली०) को लेकर प्रयोग किया गया, ताकि इन अवक्षेपणों पर विलयन की सान्द्रता के प्रभाव का पता लग सके। ये सभी प्रयोग फल निम्न सारणी १ में दिये गये हैं।

(2) **अवक्षेप की परीक्षा** :—कैडमियम हाइड्रस आक्साइड अवक्षेपों में संयुक्त सल्फेट की प्रकृति को ठीक रूप से जानने के लिये अवक्षेपों की परीक्षा करना भी आवश्यक समझा गया। इस प्रयोग में 0·1 M कैडमियम सल्फेट विलयन की एक निश्चित मात्रा (20 मिली०, 10 मिली०) में विभिन्न अनुपात में

सारणी 1

सम्पर्क काल:—15 मिनट   पूर्ण आयतन :—100 मिली०

(अ):—0.1M $CdSO_4$ का 20 मिली० ($Cd^{++}=2\times10^{-3}$ ग्राम आयन)

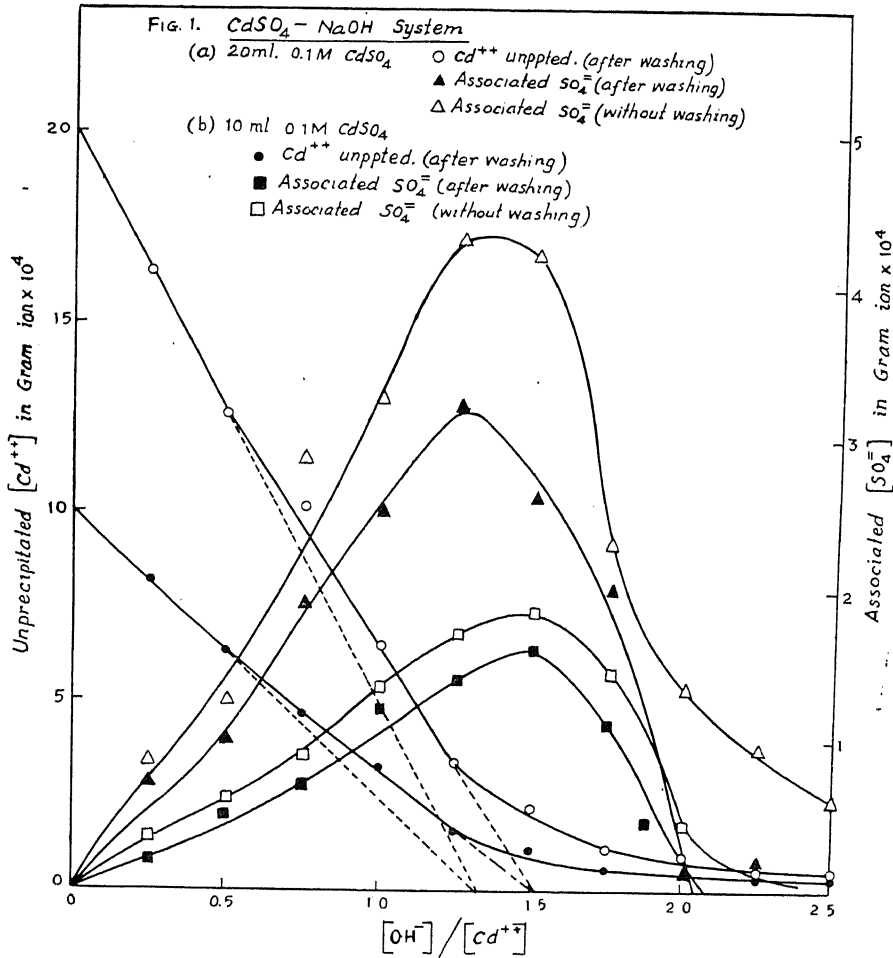
(ब):—0.1M $CdSO_4$ का 10 मिली० ($Cd^{++}=1\times10^{-2}$ ग्राम आयन)

(स):—0.1M $CdSO_4$ का 5 मिली० ($Cd^{++}=0{\cdot}5\times10^{-3}$ ग्राम आयन)

मिश्रित NaOH की मात्रा $Cd^{++}:OH^-$	(अ)		(ब)		(स)	
	अवक्षिप्त Cd^{++}	संयुक्त $SO_4^{=}$	अवक्षिप्त Cd^{++}	संयुक्त $SO_4^{=}$	अवक्षिप्त Cd^{++}	संयुक्त $SO_4^{=}$
			ग्राम आयन $\times10^4$			
1 :0·25	3·6	0·4	1·6	0·4	0·8	0·45
:0·50	6·8	0·9	3·2	0·65	1·6	0·50
:0·75	10·4	1·8	5·0	0·7	2·5	0·75
:1·00	13·6	2·2	6·7	1·1	3·2	0·90
:1·25	16·8	2·8	8·1	1·5	4·0	0·95
:1·50	18·4	3·1	9·15	1·35	4·4	1·10
:1·75	19·0	2·4	9·55	0·65	4·6	0·65
:2·00	19·0	1·2	9·60	0·55	4·7	0·60
:2·25	19·2	0·7	9·60	0·50	4·7	0·35
:2·50	19·2	0·4	9·65	0·30	4·8	0·15

सोडियम हाइड्राक्साइड मिला कर प्रयोग 1 के ही अनुरूप मिश्रण तैयार किये गये, परन्तु पूर्ण आयतन केवल 50 मिली० ही रखा गया। क्षार मिलाने के दो मिनट पश्चात अवक्षेपों को निस्यन्द पत्र से छाना गया, और छानने की गति इस प्रकार से नियन्त्रित की गई कि यह पूरी क्रिया लगभग 12-13 मिनट में पूरी हो

जाये, अर्थात् अवक्षेपों का विलयन के साथ सम्पर्क काल कुल 15 मिनट ही रहे। निस्यन्द के पहले 8-10 मिली० को फेंक दिया गया और शेष निस्यन्द को एकत्रित कर लिया गया, तथा उनमें Cd^{++} एवं $SO_4^{=}$को उन्हीं विधियों के द्वारा अनुमापित किया गया। प्रयोगफलों से अवक्षिप्त Cd^{++} एवं संयुक्त $SO_4^{=}$ की गणना की गई।

फिर निस्यन्द पत्र पर उपस्थित अवक्षेप को ठण्डे आसुत जल के द्वारा खूब धोया गया, जब तक कि धोवन Cd^{++} या $SO_4^{=}$ से मुक्त नहीं हो गये। फिर इस शुद्ध अवक्षेप को निस्यन्द पत्र के ऊपर ही लगभग 20 मिलि० 1M हाइड्रोक्लोरिक एसिड में विलयित कर लिया गया, और निस्यन्द पत्र को गरम आसुत जल से कई बार धोया गया तथा इस प्रकार प्राप्त विलयन, व धोवन को मिलाकर इनको 100 मिली०

(चित्र 1)

के मापी फ्लास्कों में स्थान्तरित करके विलयनों का पूर्ण आयतन 100 मिलि० कर दिया गया। फिर उसमें Cd^{++} एवं $SO_4^{=}$ को अनुमापित किया गया, तथा प्रयोगफलों से अवक्षेप में उपस्थित Cd^{++} एवं $SO_4^{=}$ के मात्रा की गणना की गई। प्रयोग फल सारणी 2 और 3 में संग्रहीत हैं। Cd^{++} व $SO_4^{=}$ को ग्राम आयन $\times 10^4$ के रूप में प्रदर्शित किया गया है।

सारणी 2 और 3 के प्रयोगफल चित्र 1 में भी प्रदर्शित हैं। परन्तु अवक्षिप्त Cd^{++} के स्थान पर शेष अनअवक्षिप्त Cd^{++} की मात्रा को चित्रित किया गया है। इसके लिये धोये हुये शुद्ध अवक्षेप में उपस्थित Cd^{++} की मात्रा को पूर्ण मात्रा में से घटाकर शेष अनअवक्षिप्त Cd^{++} की मात्रा निकाली गई है।

सारणी 2

सम्पर्क काल:—15 मिनट पूर्ण आयतन 50 मिली०

0·1 M $CdSO_4$ का 20 मिली० ($Cd^{++}=2\times10^{-3}$ ग्राम आयन)

मिश्रित NaOH की मात्रा $Cd^{++}:OH^-$	अवक्षिप्त Cd^{++}		संयुक्त $SO_4^{=}$	
	बिना धोये	धोने के पश्चात्	बिना धोये	धोने के पश्चात्
1:0·25	3·70	3·65	0·85	0·7
:0·50	7·50	7·40	1·25	1·0
:0·75	10·15	9·85	2·85	1·9
:1·00	13·65	13·55	3·25	2·5
:1·25	16·80	16·60	4·30	3·2
:1·50	18·00	17·60	4·20	2·6
:1·75	18·80	18·90	2·3	2·0
:2·00	19·15	19·10	1·35	0·1
;2·25	19·45	19·45	0·95	0·2
:2·50	19·50	19·45	0·60	...

(3) **भौतिक-रासायनिक अध्ययन** :—उपर्युक्त रीति से कैडमियम सल्फेट तथा सोडियम हाइड्राक्साइड के मिश्रण विभिन्न सान्द्रताओं पर तैयार किये गये, और उनके पी-एच० एवं विद्युच्चालकता का मापन किया गया। विद्युच्चालकता के सभी मापन 30°±0·1°C पर किये गये हैं। प्रयोगफल चित्र 2 तथा 3 के वक्रों में प्रदर्शित हैं।

सारणी 3

सम्पर्क काल 15 मिनट — पूर्ण आयतन:—50 मिली०

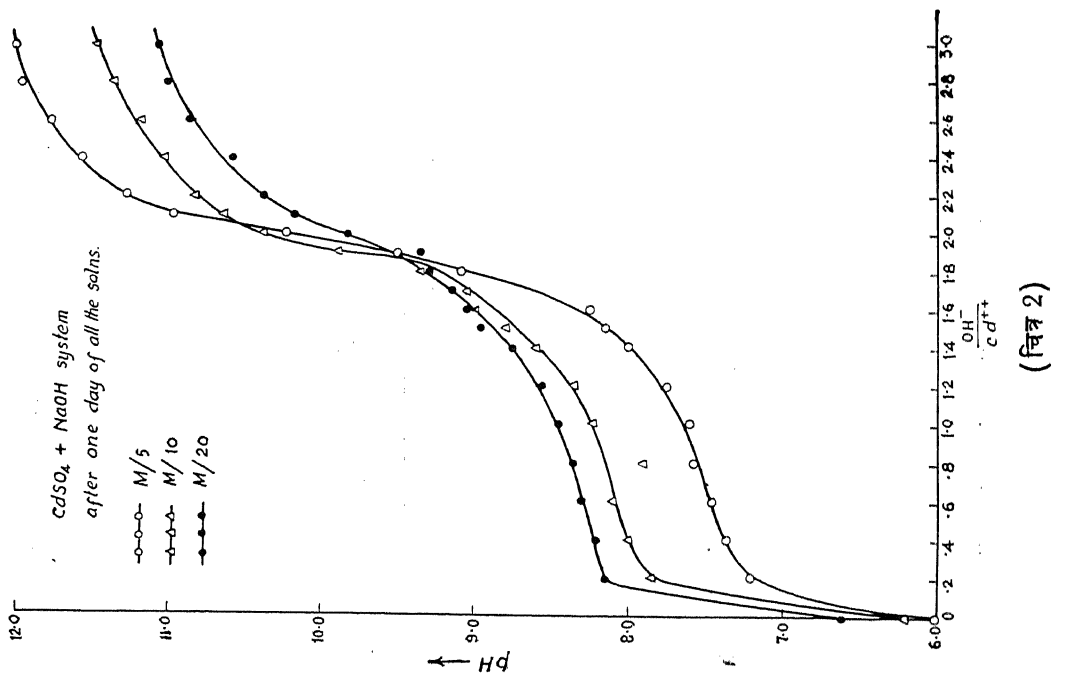
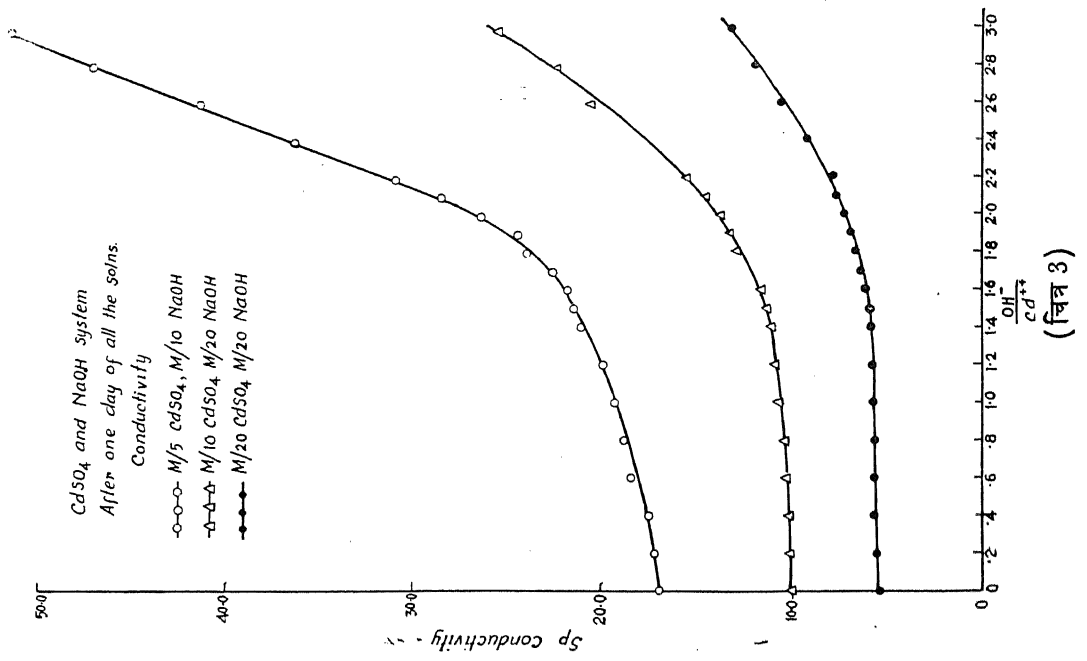
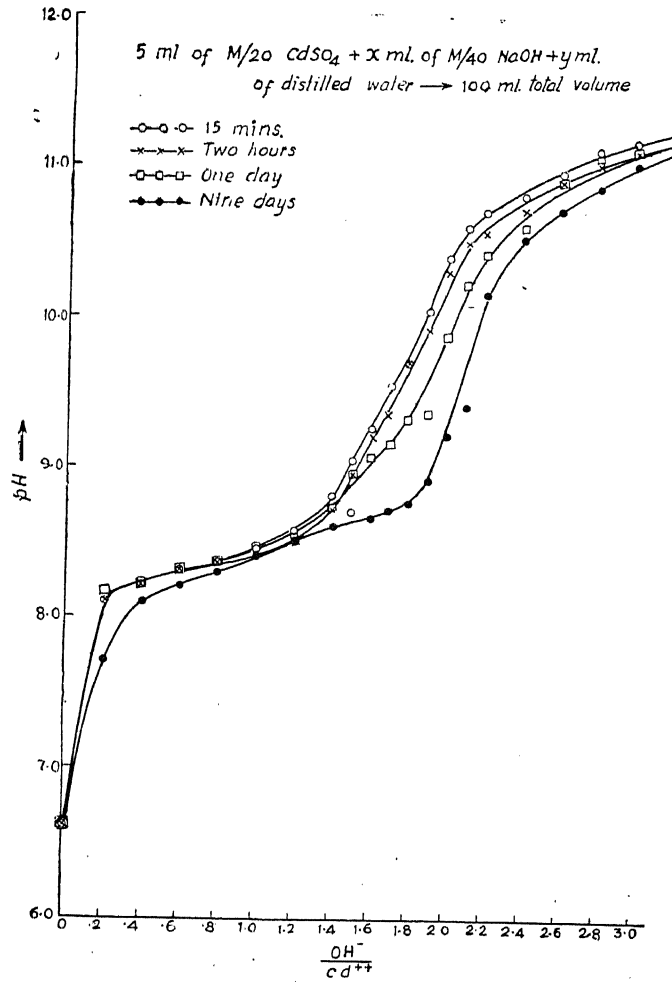
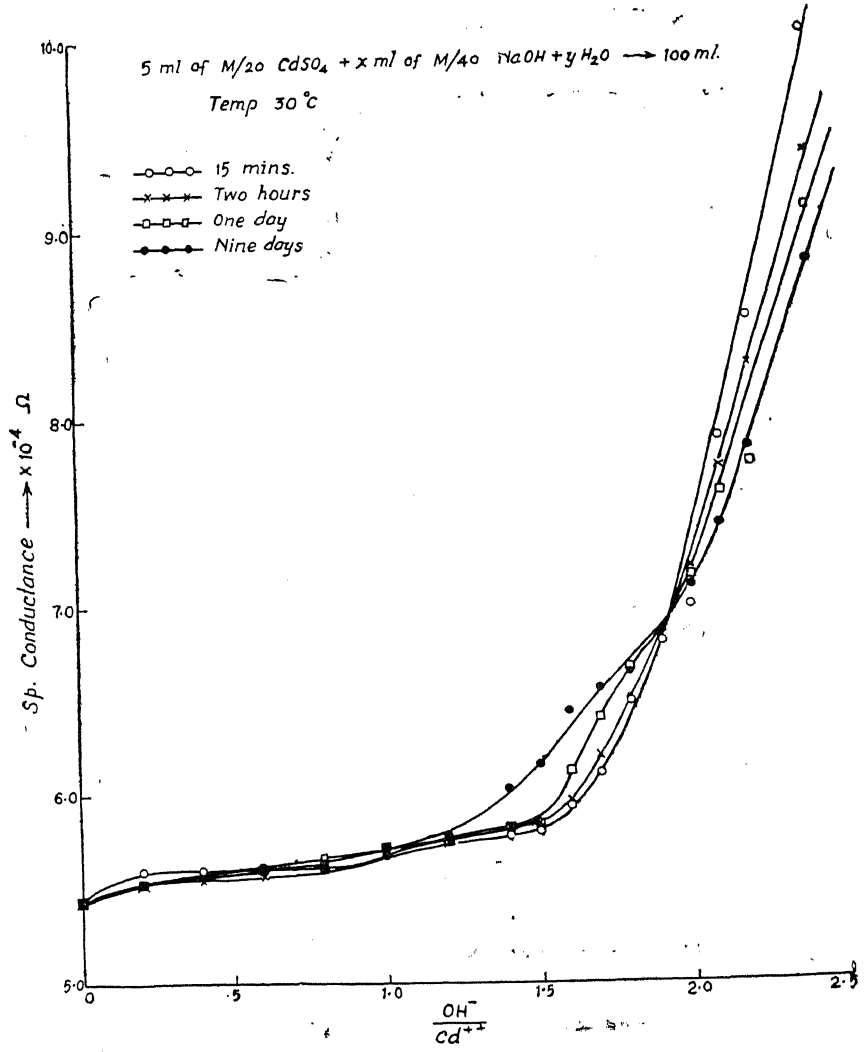
0·1 M $CdSO_4$ का 10 मिली० ($Cd^{++}=1\times10^{-3}$ ग्राम आयन)

मिश्रित NaOH की मात्रा $Cd^{++}:OH^-$	अवक्षिप्त Cd^{++}		संयुक्त $SO_4^=$	
	बिना धोये	धोने के पश्चात्	बिना धोये	धोने के पश्चात्
1:0·25	1·85	1·8	0·35	0·2
:0·50	3·8	3·6	0·60	0·5
:0·75	5·4	5·3	0·90	0·7
:1·00	6·8	6·7	1·35	1·2
:1·25	8·5	8·4	1·70	1·4
:1·50	9·0	8·9	1·85	1·6
:1·75	9·4	9·4	1·45	1·1
:2·00	9·55	9·5	0·45	0·3
:2·25	9·7	9·6	0·15	0·2
:2·50	9·7	9·6	0·10	0·1

CdSO4 + NaOH system
after one day of all the solns.
M/5
M/10
M/20
pH
OH⁻/cd⁺⁺

(चित्र 2)

CdSO4 and NaOH system
After one day of all the solns.
Conductivity
M/5 CdSO4, M/10 NaOH
M/10 CdSO4 M/20 NaOH
M/20 CdSO4 M/20 NaOH
Sp conductivity
OH⁻/cd⁺⁺

(चित्र 3)

(4) **काल प्रभाव का अध्ययन :**—(अ) इन अवक्षेपों पर काल के प्रभाव के अध्ययन के हेतु उपर्युक्त मिश्रणों की एक श्रेणी (0·05M कैडमियम सल्फेट का 5 मिली०) को काल-प्रभाव के लिये छोड़ दिया गया, और विभिन्न कालों (15 मिनट, 2 घंटा, एक दिन, नौ दिन) के पश्चात् उनके पी-एच० एवं विद्युच्चालकता को मापा गया। प्रयोग फल चित्र 4 तथा 5 के वक्रों में प्रदर्शित हैं।

(चित्र 4)

(चित्र 5)

(ब) **वैश्लेषिक अध्ययन** :—इस प्रयोग में काल प्रभाव का अध्ययन वैश्लेषिक रीति से किया गया है। इसके हेतु सारणी 1 के ही अनुसार 0·1M कैडमियम सल्फेट विलयन के 20 मिली० में सोडियम हाइड्राक्साइड विलयन की विभिन्न मात्रा मिलाकर चार श्रेणियाँ तैयार की गईं और उन्हें विभिन्न कालों क्रमश: 15 मिनट, 2 घंटा, एक दिन, और 9 दिन के पश्चात् सेन्ट्रीफ्यूज करके विलयन को अवक्षेप से पृथक कर लिया गया। फिर इस प्रकार प्राप्त स्वच्छ विलयनों में Cd^{++} और $SO_4^{=}$ का उपरोक्त विधियों द्वारा अनुमापन किया गया। प्रयोगफल सारणी 4 में अंकित हैं और ग्राम आयन $\times 10^4$ के रूप में प्रदर्शित हैं।

सारणी 4

पूर्ण आयतन = 100 मिली०

0·1M कैडमियम सल्फेट का 20 मिली० ($Cd^{++} = 2 \times 10^{-3}$ ग्राम आयन)

Cd^{++}: OH	अवक्षिप्त Cd^{++}				संयुक्त $SO_4^{=}$			
	15 मिनट	2 घंटा	1 दिन	9 दिन	15 मिनट	2 घंटा	1 दिन	9 दिन
1:0·25	3·6	3·4	3.2	2·6	0·4	0·8	0·2	0·4
:0·50	6·8	6·6	6·4	8·5	0·9	1·6	1·1	1·0
:0·75	10·4	9·8	9·6	9·4	1·8	2·3	1·7	1·6
:1·00	13·6	12·4	12·8	12·6	2·2	2·7	2·8	3·0
:1·25	16·8	15·8	16·0	15·8	2·8	3·9	3·4	3·4
:1·50	18·4	18·3	18·2	18·0	3·1	4·5	4·0	3·8
:1·75	19·0	19·0	18·8	18·5	2·4	4·7	2·6	2·0
:2·00	19·0	19·1	18·8	18·9	1·2	3·8	1·0	1·4
:2·25	19·2	19·1	19·0	19·0	0·7	2·4	0·7	1·0
:2·50	19·2	19·2	19·2	19·2	0·4	1·8	0·4	0·4

विवेचना

सारणी 1, 2 और 3 के प्रयोग फलों से यह स्पष्ट है कि ज्यों ज्यों कैडमियम सल्फेट के विलयन में सोडियम हाइड्राक्साइड की अधिकाधिक मात्रा मिलाई जाती है कैडमियम अधिक मात्रा में अवक्षिप्त होता जाता है और लगभग 1·75 तुल्य क्षार मिलाने के पश्चात् यह स्थिर हो जाता है। परन्तु पूर्ण अव-क्षेपण किसी भी दशा में संभव नहीं होता। कुल कैंडमियम का लगभग 4-5% शेष रह जाता है, इसका कारण है कि कुछ कैडमियम हाइड्राक्साइड विशेषतया अधिक क्षार की उपस्थिति में पेप्टीकृत अवस्था में रहता है, और 5 मिनट तक सेन्ट्रीफ्यूज करने से भी अवक्षिप्त नहीं होता। परन्तु इस विषय में एक बात महत्व की है कि 2 तुल्य से अधिक क्षार मिलाने पर भी कैडमियम हाइड्राक्साइड की कुछ अधिक मात्रा विलयित नहीं होती। इसका कारण है कि कैडमियम में उभय धर्मी गुण बहुत कम है, उसका हाइड्राक्साइड

पर्याप्त रूप से भास्मिक होता है, और CdO_2^- का स्थायित्व नगण्य होता [9] है। अतः यदि पेप्टीकृत अवस्था में उपस्थित कैडमियम हाइड्राक्साइड को भी ध्यान में रखा जाये तो यह स्पष्ट है कि लगभग 1.75 तुल्य सोडियम हाइड्राक्साइड मिलाने पर कैडमियम का पूर्ण अवक्षेपण हो जाता है।

चित्र १ के Cd^{++} सम्बन्धी वक्रों में 1·25 तुल्य क्षार के स्थान पर स्पष्ट भंग (Break) भी परिलक्षित हैं, परन्तु इन वक्रों को और अधिक ध्यान से देखने पर प्रगट होता है कि वक्रों के उतार की गति प्रारम्भ से 1·25 तुल्य क्षार तक समान नहीं है, प्रत्युत वक्रों को स्पष्ट रूप से दो भागों में बांटा जा सकता है और यह विभाजन 0·5 तुल्य क्षार के स्थान पर होता है। वक्रों के दोनों भागों को आगे बढ़ाने पर वे शून्य रेखा को क्रमशः 1·33 और 1·50 तुल्य क्षार के विन्दुओं पर काटते हैं। इससे स्पष्ट है कि कैडमियम सल्फेट के विलयन में क्षार मिलाने पर प्रारम्भ से ही $Cd(OH)_2$ का अवक्षेप नहीं मिलता, प्रत्युत प्रारम्भ में ऐसे अवक्षेप मिलते हैं जिनमें Cd:OH का अनुपात क्रमशः 1:1·33, और 1·50 होता है, तथा अन्त में $Cd(OH)_2$ का अवक्षेप मिलता है। यह अवक्षेपों की प्रकृति से भी प्रगट है। प्रारम्भ से लेकर लगभग 1·50 तुल्य क्षार तक ऊर्णी अवक्षेप प्राप्त होता है परन्तु इसके पश्चात् यह कुछ-कुछ कणिक हो जाता है।

सारणी 1, 2 और 3 व चित्र 1 के वक्रों से यह भी प्रगट है कि ये सभी अवक्षेप कुछ न कुछ मात्रा में सल्फेट से भी संयुक्त होते हैं, तथा संयुक्त $SO_4^=$ की यह मात्रा लगभग 1·25––1·50 तुल्य क्षार के बीच में सर्वाधिक होती है। यह वही क्षेत्र है जिसमें अनअवक्षिप्त Cd^{++} के वक्रों में भी स्पष्ट परिवर्तन दिखाई पड़ता है। इसके पश्चात् संयुक्त $SO_4^=$ की मात्रा बहुत घट जाती है, और 2 तुल्य क्षार के पश्चात् लगभग नगण्य हो जाती है, विशेषकर धोने के पश्चात् अवक्षेप $SO_4^=$ से लगभग पूर्णतः मुक्त हो जाते हैं। परन्तु 1·75 तुल्य क्षार तक धोने के पश्चात् भी अवक्षेपों में सल्फेट की पर्याप्त मात्रा बच रहती है। इससे स्पष्ट है कि $SO_4^=$ अवक्षेपों में केवल अधिशोषित ही नहीं होता, परन्तु संयुक्त रूप से भी उपस्थित रहता है। धोने के पहले और धोने के पश्चात् अवक्षेपों में उपस्थित $SO_4^=$ के अन्तर को अधिशोषित सल्फेट माना जा सकता है, परन्तु जो सल्फेट अवक्षेप को खूब धोने के पश्चात् भी बच रहता है, वह संयुक्त रूप में ही होगा।

चित्र 2 में तीन विभिन्न सान्द्रताओं पर कैडमियम सल्फेट और सोडियम हाइड्राक्साइड के पी-एच० द्वारा अनुमापन वक्र चित्रित हैं। ये वक्र किसी क्षीण अम्ल के एक तीव्र क्षार द्वारा अनुमापन वक्रों के समरूप हैं। इससे यह प्रगट है कि विलयन में कैडमियम सल्फेट का बहुत थोड़ा जल अपघटन होता है। कैडमियम हाइड्रस आक्साइड का अवक्षेपण ७ से अधिक पी-एच० से प्रारम्भ हो जाता है और लगभग 9·5 पी-एच० तक पूर्ण हो जाता है। सभी वक्र लगभग 1·5 तुल्य क्षार से ऊपर चढ़ना प्रारम्भ कर देते हैं, और लगभग 1·8 तुल्य क्षार के बाद फिर स्थिर होने लगते हैं। यह परिवर्तन 9-10 पी-एच० के मध्य होता है। चित्र 3 के विद्युच्चालकता वक्रों से भी ऐसे ही परिणाम प्राप्त होते हैं।

इन सब तथ्यों का निष्कर्ष यह हुआ कि कैडमियम सल्फेट के विलयन में सोडियम हाइड्राक्साइड मिलाने से पहले हाइड्राक्सी सल्फेट अवक्षेपित होते हैं और फिर अन्त में $Cd(OH)_2$ का अवक्षेप प्राप्त होता है। इन हाइड्राक्सी सल्फेटों को एक सामान्य सूत्र $Cd(OH)_x(SO_4)_y \cdot zH_2O$ द्वारा प्रगट किया जा सकता

जिनमें x के मान क्रमश: 1·33, 1·50 होंगे । OH^- के ये अनुपात फाइटक्नेक्ट के हाइड्राक्सी-सल्फेटों $CdSO_4 . 2Cd(OH)_2 . H_2O$ (I) और $CdSO_4 . 3Cd(OH)_2 . H_2O$ (II) के ही अनुरूप हैं, परन्तु इन सूत्रों के अनुसार सल्फेट का अनुपात अर्थात् Y का मान क्रमश: 0·33 और 0·25 होना चाहिये । परन्तु सारणी 1, 2, 3 के प्रयोग फलों को और ध्यान से देखने पर स्पष्ट है कि अधिकांश दशाओं में संयुक्त $SO_4^=$ की मात्रा उपरोक्त अनुपातों के अपेक्षा काफी कम रहती है। निम्न सारणियों 5, 6, 7 में क्रमश: सारणी 1, 2, 3 के प्रयोग फलों के आधार पर विभिन्न अवक्षेपों में उपस्थित $Cd^{++}:OH^-$, तथा $Cd^{++}:SO_4^=$, के अनुपात संग्रहीत हैं। $Cd^{++}:OH^-$ के अनुपातों की गणना अवक्षिप्त Cd^{++} और सोडियम हाइड्राक्साइड की मिश्रित मात्रा के आधार पर की गई है, क्योंकि ऐसा देखा गया है कि 1·5 तुल्य क्षार तक सारा का सारा सोडियम हाइड्राक्साइड अवक्षेपण के काम आ जाता है और ऊपर विलयन में मुक्त क्षार की मात्रा नगण्य रहती है। इन सारणियों के पर्यावलोकन से यह प्रगट होगा कि जहां तक $Cd^{++}:OH^-$ का प्रश्न है, सभी दशाओं में व्यवहार समान है और ये अनुपात 1·25 तुल्य क्षार तक लगभग 1·33 या 1·50 के सन्निकट हैं। अवक्षेपों को धोने या न धोने का भी कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता, अर्थात् अवक्षेपों में अधिशोषित Cd^{++} की मात्रा नगण्य होती है । परन्तु $Cd^{++}:SO_4^{--}$ के अनुपातों पर विलयन की सान्द्रता, एवं अवक्षेपों के धोने का स्पष्ट प्रभाव परिलक्षित होता है।

सारणी 5

(सारणी 1 के प्रयोगफलों के आधार पर)

मिश्रित NaOH की मात्रा $Cd^{++}:OH^-$	अवक्षेपों में $Cd^{++}:OH^-$			अवक्षेपों में $Cd^{++}:SO_4^=$		
	(अ)	(ब)	(स)	(अ)	(ब)	(स)
1:0·25	1·39	1·56	1·52	0·11	0·25	0·54
:0·50	1·47	1·56	1·56	0·13	0·20	0·31
:0·75	1·44	1·50	1·50	0·17	0·14	0·30
:1·00	1·47	1·49	1·56	0·16	0·17	0·28
:1·25	1·49	1·52	1·56	0·16	0·18	0·22
:1·50	1·63	1·64	1·70	0·17	0·15	0·27
:1·75	1·84	1·83	1·90	0·13	0·14	0·14

सारणी 6

(सारणी 2 के प्रयोगफलों के आधार पर)

मिश्रित NaOH की मात्रा $Cd^{++}:OH$	अवक्षेप में $Cd^{++}:OH^-$		अवक्षेप में $Cd^{++}:SO_4^{--}$	
	बिना धोये	धोने के पश्चात्	बिना धोये	धोने के पश्चात्
1:0·25	1·35	1·37	0·23	0·19
:0·50	1·33	1·34	0·17	0·14
:0·75	1·48	1·52	0·34	0·19
:1·00	1·47	1·48	0·24	0·18
:1·25	1·49	1·51	0·25	0·19
:1·50	1·67	1·70	0·24	0·15
:1.75	1·86	1·85	0·12	0·10

सारणी 7

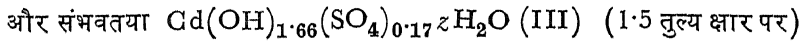
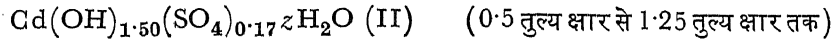
(सारणी ३ के प्रयोगफलों के आधार पर)

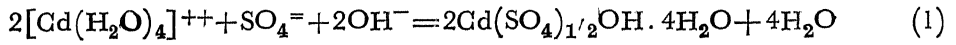
मिश्रित NaOH की मात्रा $Cd^{++}:OH^-$	अवक्षेप में $Cd^{++}:OH^-$		अवक्षेप में $Cd^{++}:SO_4^{--}$	
	बिना धोये	धोने के पश्चात्	बिना धोये	धोने के पश्चात्
1:0·25	1·34	1·39	0·19	0·11
:0·50	1·32	1·39	0·16	0·14
:0·75	1·39	1·42	0·17	0·13
:1·00	1·47	1·49	0·19	0·18
:1·25	1·47	1·49	0·20	0·17
:1·50	1·66	1·68	0·20	0·18
:1·75	1·86	1·86	0·15	0·12

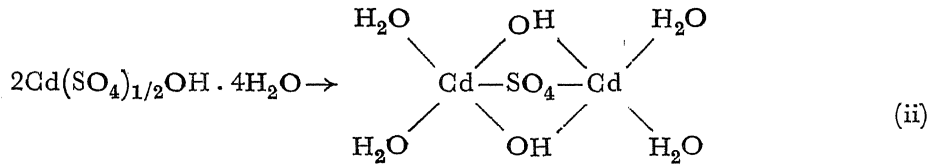
इन गणनाओं से यह स्पष्ट है कि अति सान्द्र (सारणी 6) या अति तनु (सारणी 5-(स)) की दशाओं में बिना धुले हुये अवक्षेपों को छोड़कर शेष अन्य सभी दशाओं में अवक्षेपों में $Cd : SO_4^{=}$ के अनुपात (Y) का मान 0·33 या 0·25 दोनों से ही काफी कम रहता है। अति सान्द्र विलयन में संयुक्त $SO_4^{=}$ की यह मात्रा अधिशोषण के कारण बढ़ जाती है जबकि अधिक तनु विलयनों में संभवतः यह जल अपघटन अधिक होने के कारण होता है। चूँकि धोने के पश्चात् अवक्षेप शुद्ध हो जाते हैं, अतः इन्हीं प्रयोगफलों को सबसे अधिक प्रामाणिक माना जाना चाहिये। इनसे यह प्रगट है कि सामान्यतः Y का मान लगभग 0·17 के बराबर होता है, अर्थात् $SO_4^{=}$ की मात्रा Cd^{++} के लगभग $\frac{1}{6}$ भाग के बराबर होती है। अतः इनसे यह निष्कर्ष निकलता है कि कैडमियम सल्फेट के विलयन में सोडियम हाइड्राक्साइड मिलाने पर क्रमशः निम्न हाइड्राक्सी सल्फेट

$Cd(OH)_{1\cdot33}(SO_4)_{0\cdot17}\, z H_2O$ (I) (प्रारम्भ से लगभग 0·5 तुल्य क्षार तक)

$Cd(OH)_{1\cdot50}(SO_4)_{0\cdot17}\, z H_2O$ (II) (0·5 तुल्य क्षार से 1·25 तुल्य क्षार तक)

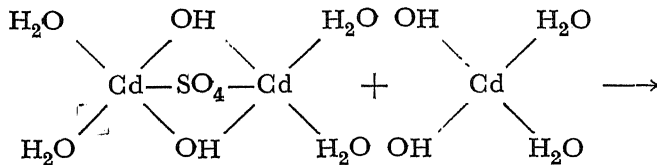
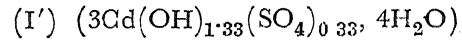
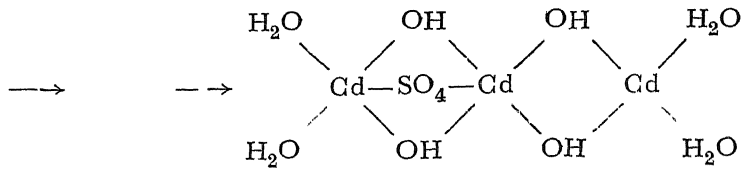
और संभवतया $Cd(OH)_{1\cdot66}(SO_4)_{0\cdot17}\, z H_2O$ (III) (1·5 तुल्य क्षार पर)

अवक्षिप्त होते हैं, तथा अंत में $Cd(OH)_2$ का अवक्षेप प्राप्त होता है। इनमें से (III) तथा $Cd(OH)_2$ संयोजकता की दृष्टि से संतुलित हैं, परन्तु I, व II नहीं। उनमें $(x+2y)$ का मान 2 से कम रहता है। संभवतः अवक्षेपण में निम्न अभिक्रियाएँ होती हैं :—

$$2[Cd(H_2O)_4]^{++} + SO_4^{=} + 2OH^{-} = 2Cd(SO_4)_{1/2}OH \cdot 4H_2O + 4H_2O \quad (1)$$

जो कि फिर ओलेशन (olation) की क्रिया द्वारा निम्न रूप में परिवर्तित हो जाता है :—

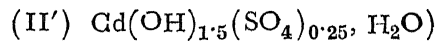
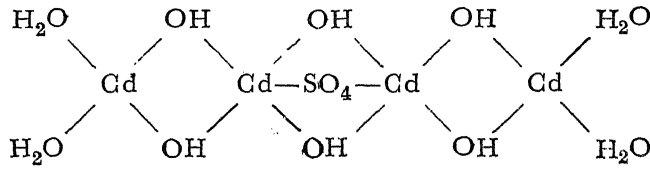
$$2Cd(SO_4)_{1/2}OH \cdot 4H_2O \rightarrow \begin{matrix} H_2O & & OH & & H_2O \\ & \diagdown & \diagup \quad \diagdown & \diagup & \\ & Cd & -SO_4- & Cd & \\ & \diagup & \diagdown \quad \diagup & \diagdown & \\ H_2O & & OH & & H_2O \end{matrix} \quad (ii)$$

परन्तु इस अवस्था में कोई अवक्षेप नहीं प्राप्त होता। संभवतः यही रूप कैडमियम हाइड्राक्सी सल्फेट अवक्षेपों का केन्द्र-विन्दु होता है। यदि इसमें $Cd(OH)_2$ का एक अणु आकर संयुक्त हो जाये तो I′ प्राप्त होगा।

$$\begin{matrix} H_2O & & OH & & H_2O \\ & \diagdown & \diagup \quad \diagdown & \diagup & \\ & Cd & -SO_4- & Cd & \\ & \diagup & \diagdown \quad \diagup & \diagdown & \\ H_2O & & OH & & H_2O \end{matrix} + \begin{matrix} OH & & H_2O \\ & \diagdown \, \diagup & \\ & Cd & \\ & \diagup \, \diagdown & \\ OH & & H_2O \end{matrix} \longrightarrow$$

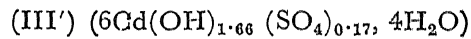
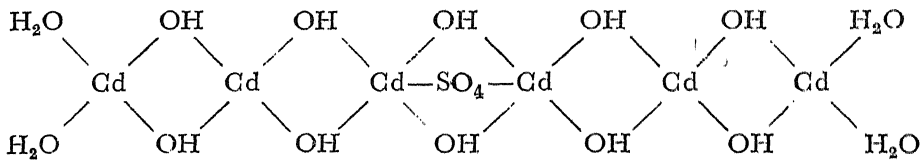
$$\longrightarrow \quad \longrightarrow \quad \begin{array}{ccccccc} H_2O & & OH & & OH & & H_2O \\ & \diagdown & \diagup \quad \diagdown & & \diagup \quad \diagdown & & \diagup \\ & Cd{-}SO_4{-}Cd & & & Cd & & \\ & \diagup & \diagdown \quad \diagup & & \diagdown \quad \diagup & & \diagdown \\ H_2O & & OH & & OH & & H_2O \end{array}$$

(I′) $(3Cd(OH)_{1\cdot33}(SO_4)_{0\cdot33}, 4H_2O)$

और इसी प्रकार यदि (I′) में $Cd(OH)_2$ का एक अणु और दूसरी ओर भी संयुक्त हो जाये तो (II′) प्राप्त होगा।

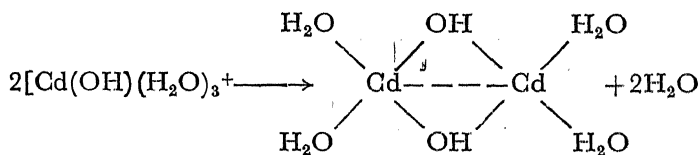
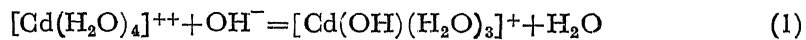
$$\begin{array}{ccccccccc} H_2O & & OH & & OH & & OH & & H_2O \\ & Cd & & Cd{-}SO_4{-}Cd & & & & Cd & \\ H_2O & & OH & & OH & & OH & & H_2O \end{array}$$

(II′) $Cd(OH)_{1\cdot5}(SO_4)_{0\cdot25}, H_2O)$

(II′) में दोनों ओर $Cd(OH)_2$ के एक-एक अणु और संयुक्त हो जाने पर (III′) प्राप्त होगा।

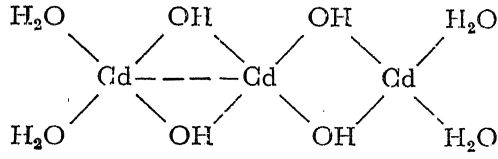
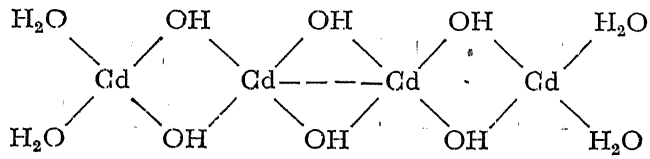
$$\begin{array}{ccccccccccccc} H_2O & & OH & & OH & & OH & & OH & & OH & & H_2O \\ & Cd & & Cd & & Cd{-}SO_4{-}Cd & & & & Cd & & Cd & \\ H_2O & & OH & & OH & & OH & & OH & & OH & & H_2O \end{array}$$

(III′) $(6Cd(OH)_{1\cdot66}\ (SO_4)_{0\cdot17}, 4H_2O)$

ध्यान देने पर यह स्पष्ट हो जायेगा कि उपर्युक्त (III′) तथा (III) $Cd(OH)_{1\cdot66}(SO_4)_{0\cdot17}\ z\ H_2O$ में कोई अन्तर नहीं है। और (I′) तथा (II′) फाइटक्नेक्ट के भास्मिक लवण (I) व (II) के समान हैं। परन्तु हमारे प्रयोगों के अनुसार $SO_4^{=}$ का अनुपात 0·33 या 0·25 से बहुत कम लगभग 0·17 है। ऐसा प्रतीत होता है उपरोक्त अभिक्रियाओं के साथ ही साथ निम्न अभिक्रियाएँ भी चलती रहती हैं।

$$[Cd(H_2O)_4]^{++} + OH^{-} = [Cd(OH)(H_2O)_3]^{+} + H_2O \qquad (1)$$

$$2[Cd(OH)(H_2O)_3^{+} \longrightarrow \begin{array}{ccccc} H_2O & & OH & & H_2O \\ & Cd & {-}{-}{-}{-} & Cd & \\ H_2O & & OH & & H_2O \end{array} + 2H_2O$$

अर्थात् ओलेशन के साथ ही साथ दोनों Cd^{++} के बीच स्वयं एक संयोजक बन्ध भी बन जाता है, तथा यह संरचना भी बाद में अवक्षिप्त होने वाले हाइड्रस आक्साइड का केन्द्र बिन्दु बन सकती है। इसमें $Cd(OH)_2$ के क्रमश: एक या दो अणु संयुक्त होने पर निम्न यौगिक (I*) तथा (II*) बन जायेंगे।

```
H2O        OH         OH         H2O
   \      /  \       /  \       /
    Cd----------Cd          Cd
   /      \  /       \  /       \
H2O        OH         OH         H2O
```

I* $(3Cd(OH)_{1\cdot33}, 4H_2O)$

```
H2O        OH        OH        OH        H2O
   \      /  \      /  \      /  \      /
    Cd          Cd--------Cd          Cd
   /      \  /      \  /      \  /      \
H2O        OH        OH        OH        H2O
```

II* $(Cd(OH)_{1\cdot5}, H_2O)$

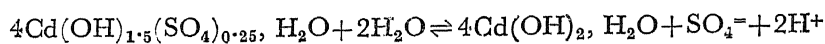
अब यदि (I′) और I* समअणुक मात्रा में तथा (II′) और II* 2:1 के अनुपात में मिले हों तो अवक्षेपों में उपस्थित Cd^{++}, OH^-, $SO_4^=$ का अनुपात हमारे सूत्र (I) व (II) के अनुसार आयेगा।

काल प्रभाव का अध्ययन :—चित्र 4 के पी-एच० वक्रों से प्रगट है कि अवक्षेपों पर काल प्रभाव के द्वारा हाइड्रोजन आयन मुक्त होते हैं, और यह प्रभाव 1·5-2·0 तुल्य क्षार के बीच सर्वाधिक है। चित्र 5 के विद्युच्चालकता के वक्र भी बड़े रोचक हैं जिनसे कि यह प्रगट है कि काल प्रभाव के द्वारा 1·2-2·0 तुल्य क्षार वाले विलयन अधिक विद्युच्चालक हो जाते हैं, परन्तु जहाँ 2·0 तुल्य से अधिक क्षार डाला गया है उन विलयनों की विद्युच्चालकता समय के साथ घटती जाती है। इसका कारण है कि काल प्रभाव के द्वारा H^+ मुक्त होते हैं, जिससे वे विलयन जिनमें कम क्षार डाला जाता है अधिक विद्युच्चालक हो जाते हैं। परन्तु उन विलयनों में जिनमें क्षार की अधिक मात्रा डाली गयी है, ये मुक्त H^+ विलयनों में उपस्थित मुक्त OH^- से संयुक्त होकर कुचालक पानी के अणु बनाते हैं; अतः इन विलयनों की विद्युच्चालकता घट जाती है विद्युच्चालकता के इन वक्रों में 1·5 तुल्य क्षार पर भंग भी स्पष्ट हैं।

सारणी 4 के प्रयोग फलों से यह स्पष्ट है कि अवक्षेपण के बाद प्रथम दो घंटों तक अवक्षेपों में अधिशोषण के कारण संयुक्त $SO_4^=$ की मात्रा बढ़कर सर्वाधिक हो जाती है, परन्तु इसके पश्चात् सामान्यतया यह घट जाती है। विशेषकर यह प्रभाव 1·75 तुल्य क्षार से अधिक वाले अवक्षेपों पर अधिक स्पष्ट है। इससे प्रगट है कि काल प्रभाव के द्वारा H^+ के साथ साथ $SO_4^=$ भी मुक्त होता है। जहाँ तक अवक्षिप्त Cd^{++} का प्रश्न है, इस पर 1·50 तुल्य क्षार से अधिक वाले मिश्रणों में कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता,

परन्तु 0·50 तुल्य क्षार तक वाले मिश्रणों से अवक्षिप्त Cd^{++} की मात्रा निरन्तर घटती जाती है। 0·75-1·25 तुल्य क्षार तक वाले मिश्रणों से 2 घंटे पश्चात् अवक्षिप्त Cd^{++} की मात्रा 15 मिनट वाली मात्राओं से अवश्यमेव कम हैं, परन्तु इसके पश्चात् कोई विशेष प्रभाव नहीं दिखता। समय के साथ अवक्षिप्त Cd^{++} की मात्रा घटने का कारण संभवतः यह है कि क्षार मिलाने पर कैडमियम पहले हाइड्राक्सी सल्फेट (I) या (II) के रूप में अवक्षिप्त हो जाता है, फिर यह धीरे धीरे अन्य हाइड्राक्सीसल्फेट (III) या हाइड्राक्साइड $Cd(OH)_2$ में परिणत हो जाता है।

काल प्रभाव के द्वारा H^+ व $SO_4^{=}$ मुक्त होने की अभिक्रिया को इन हाइड्राक्सी-सल्फेट के जल-अपघटन द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:—

$$4Cd(OH)_{1\cdot5}(SO_4)_{0\cdot25},\ H_2O + 2H_2O \rightleftharpoons 4Cd(OH)_2,\ H_2O + SO_4^{=} + 2H^+$$

(II′)

H^+ मुक्त होने की व्याख्या एक दूसरे रीति हाइड्राक्सी सल्फेट या हाइड्राक्सी संकरों के आक्जोलेशन (oxolation) अभिक्रिया द्वारा भी की जा सकती है। उदाहरणार्थ

H_2O OH OH OH H_2O

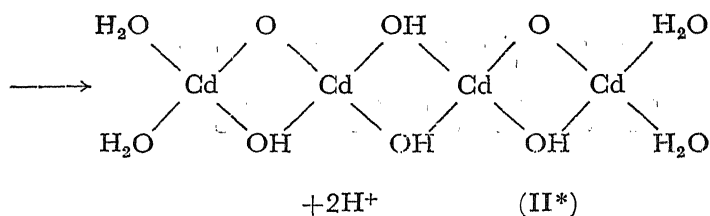
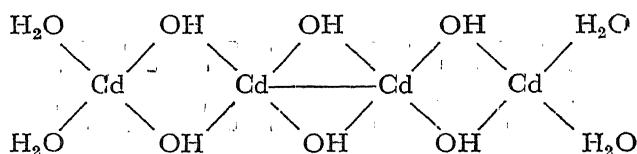
Cd Cd——Cd Cd

H_2O OH OH OH H_2O

H_2O O OH O H_2O

——→ Cd Cd Cd Cd

H_2O OH OH OH H_2O

$+2H^+$ (II*)

अतः हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि कैडमियम सल्फेट विलयन में, सोडियम हाइड्राक्साइड मिलाने पर क्रमशः तीन हाइड्राक्सी सल्फेट बहुअवयवी (Polymeric) संकर यौगिक (I), (II) व (III) अवक्षेपित होते हैं, और अन्त में कैडमियम हाइड्राक्साइड अवक्षिप्त होता है। समय के साथ धीरे-धीरे ये हाइड्राक्सी-सल्फेट जल अपघटन की अभिक्रिया के द्वारा कैडमियम हाइड्राक्साइड में परिणत हो जाते हैं। इसके साथ ही साथ ओलेशन एवं आक्जोलेशन की क्रियाएँ भी चलती रहती हैं जिससे कि काल प्रभाव के द्वारा क्रमशः विशालतर बहुअवयवी कैडमियम हाइड्राक्सी संकर पुंज बन जाते हैं।

निर्देश

1. तिवारी तथा घोष । **कोलायड त्साइट०**, 1951, **124**, 31; 1952, **129**, 27; 1953, **130**, 169 ।

   गुप्ता तथा घोष । **प्रोसी० नेशन० एके० साइं०, (इण्डिया)**, 1952, **21 अ०**, 3 । **कोलायड त्साइट०** 1951, **124**, 69 ।

   कुलश्रेष्ठ, डे, तथा घोष । **वही** 1953, **132**, 143; 1955, **141**, 106 ।

   डे तथा घोष । **प्रोसी० नेशन० एके० साइं० (इण्डिया)**, 1946, **15अ**, 143; 1950, **19अ**, 153 ।

   मेहरोत्रा तथा घोष । **वही**, 1949, **18अ**, 111 ।

2. ब्रिटन । **एन० रिप०**, 1943, **40**, 44 ।

3. क्विन्टिन । **जर्न० शिम० फिस०**, 1947, **44**, 284 ।

4. बाई । **कोम्प० रेंड०**, 1946, **222**, 1175 ।

5. फाइटक्नेक्ट । **हेल्व० शिम० एक्टा**, 1945, **28**, 1444 ।

6. मोएलर और राइमर । **जर्न० फिज० केमि०**, 1942, **46**, 477 ।

7. बेलचर । **द एनालिटिकल यूजेज आॅव एथिलीन डाइएमीन टेट्राएसिटिक एसिड, डी० वान० नास्ट्रंड कम्पनी**, 1961, 161 ।

8. वोगेल । **ए टेक्स्ट बुक आॅव क्वान्टिटेटिव इनआर्गेनिक एनालिसिस, लांग्मैन्स, थर्ड एडीशन** 1961, 276 ।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 35-44

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 35-44

मिट्टियों में मैंगनीज की संयोजकता में परिवर्तन सम्बन्धी अध्ययन

शिवगोपाल मिश्र तथा प्रेमचन्द्र मिश्र

कृषि रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय,

इलाहाबाद

(प्राप्त—अक्टूबर, 1, 1965)

सारांश

काली, लाल तथा क्षारीय मिट्टियों के सम्पर्क में आकर सप्त संयोजी-मैंगनीज न्यूनतर संयोजकता प्रदर्शित करता है। क्योंकि जब पोटैशियम परमैंगनेट के अत्यन्त तनु विलयनों को इन मिट्टियों के साथ मिलाकर रखा जाता है तो परमैंगनेट आयन का लाल रंग समाप्त हो जाता है। यही नहीं जब उपचारित मिट्टियों में विनिमयशील मैंगनीज तथा अपचेय मैंगनीज की मात्रायें ज्ञात की जाती हैं तो विनिमयशील मैंगनीज में विशिष्ट वृद्धि न होकर अपचेय मैंगनीज में पर्याप्त वृद्धि देखी जाती है।

अपचेय मैंगनीज की मात्रा की वृद्धि यह बताती है कि मिट्टियों में परमैंगनेट आयन में प्राप्त मैंगनीज उच्च संयोजकता-अवस्था से निम्न संयोजकता धारण कर रहा है क्योंकि केवल मैंगनीज डाइआक्साइड, जिसमें मैंगनीज की संयोजकता चार होती है, अपचित होकर विलेय मैंगनीज (मैंगनस Mn^{+2}) प्रदान कर सकता है। कुछ मिश्र आक्साइडें भी अपचेय हैं।

चतुः संयोजक मैंगनीज के साथ-साथ द्विसंयोजी मैंगनीज (मैंगनस मैंगनीज Mn^{+2}) भी बनता है क्योंकि जितना परमैंगनेट मिलाया जाता है वह पूर्ण रूपेण मिट्टियों द्वारा अविलेय अवस्था में परिवर्तित नहीं हो पाता। इसीलिये छनितों में मैंगनीज की जो मात्रा निश्चित की जाती है वह विलेय अवस्था में होने के कारण द्विसंयोजी मैंगनीज (मैंगनस, Mn^{+2}) के ही रूप में हो सकती है।

जिन तीन मिट्टियों का व्यवहार किया गया है वे विभिन्न गुण धर्मों से सम्पन्न होने के कारण विभिन्न आचरण प्रदर्शित करती हैं। क्षारीय मिट्टी द्वारा परमैंगनेट का रूपान्तरण सबसे कम हो पाता है यद्यपि इसका पी-एच० सर्वाधिक है। ऐसा प्रतीत होता है कि सप्तसंयोजी मैंगनीज के अपचयन में क्षारीय दशा उतनी सहायक नहीं होती जितनी कि कार्बन की मात्रा। क्षारीय मिट्टी में कार्बन की सब से कम मात्रा है और यही कारण है कि उसके द्वारा सप्तसंयोजी मैंगनीज का चतु:संयोजी या इससे न्यून संयोजकता वाले मैंगनीज आयन में अपचयन उतनी पूर्णता से नहीं हो पाता जितना कि अन्य दो मिट्टियों द्वारा जिनमें कार्बन की मात्रा कहीं अधिक है।

किन्तु जैसे ही क्षारीय मिट्टी में कम्पोस्ट डालकर उसमें कार्बन-मात्रा बढ़ा दी जाती है वह अधिक क्षमता के साथ सप्त संयोजी मैंगनीज को चतु:संयोजी तथा द्विसंयोजी मैंगनीज में परिवर्तित करने लगती है।

Abstract

Studies on valance variation of Manganese in soils. *By* S. G. Misra and P. C. Mishra, Agricultural Chemistry Section, University of Allahabad, Allahabad.

Dilute solutions of potassium permanganate when kept in contact with black, red and alkali soils lose their pink colour which is an indication of a lower valency state of manganese than the septavalent state in permanganate ion. The treated soils also show a more marked increase in the reducible form of manganese than in the exchangeable form.

The increase in reducible manganese clearly points out that manganese is assuming a lower valency state than seven because it is mainly manganese dioxide, where the valency state is four, which can be reduced to divalent state. Some mixed oxides are also reducible.

In addition to the quadrivalent manganese, divalent manganous ions are also produced because appreciable amounts of manganese in the filtrates from soils after the addition of permanganate solution are obtained.

Of the three soils used, the alkali soils, with a very high pH marks the lowest conversion of permanganate ions. It appears therefore that high pH value does not affect the reduction of septavalent manganese.

The organic carbon present in soils seems to affect the conversion of permanganate ion more effectively, which is supported by the greater conversion of permanganate ions in black and red soils which are richer in organic carbon than the alkali soils. Addition of compost to the alkali soils leads to an increased reduction of permanganate ion.

1905 ई० में सर्व प्रथम बट्रौं ने यह घोषित किया कि पौधों की वृद्धि के लिए मैंगनीज एक आवश्यक तत्व है। इसके पश्चात् मैंगनीज की न्यूनता के कारण उत्पन्न होने वाले अनेक रोगों का पता चला। ये न्यूनता रोग कई कारकों पर निर्भर पाये गये, यथा—मिट्टी का पी-एच० कार्बन की मात्रा, मिट्टी की किस्म तथा जीवाणु-सक्रियता। अधिक कार्बनिक पदार्थ से युक्त एवं 6·5 पी-एच० से ऊपर वाली मिट्टियों में मैंगनीज की न्यूनता देखी गई। चूना डालने अथवा चूना से युक्त मिट्टियों में भी यह न्यूनता पाई गई। मैंगनीज के कारण बिषालुता केवल वहीं प्रेक्षित की गई जहाँ मिट्टी में अत्यधिक अम्लीयता थी।

मिट्टी में प्राप्य मैंगनीज को तीन रूपों में विभाजित किया गया है—जलविलेय, विनिमयशील तथा उच्चतर आक्साइडों के रूप में (जिनमें से कुछ सरलता से अपचेय हैं और कुछ अत्यन्त अविलेय हैं)। इन उच्चतर आक्साइडों में MnO_2 तथा Mn_3O_4 जैसे ज्ञात रूप ही सम्मिलित किये जा सकते हैं। जब मिट्टियों

में जलविलेय Mn^{++} मिलाया जाता है तो वह पहले कोलायडीय MnO_2 में और फिर निष्क्रिय MnO_2 में परिवर्तित होता है।

इस प्रकार से निम्न संयोजकता अवस्था से उच्चतर संयोजकता अवस्था ग्रहण करने के प्रचुर प्रमाण प्राप्त हैं किन्तु उच्चतम संयोजकता से निम्न संयोजकता प्राप्त करने से सम्बन्धित प्रयोगों का कोई उल्लेख नहीं मिलता।

प्रस्तुत अध्ययन में परमैंगनेट आयन में मैंगनीज की सर्वोच्च संयोजकता दशा, 7, से 4 तथा 2 संयोजकता अवस्था प्राप्त करने से सम्बन्धित प्रयोग किये गये हैं। यद्यपि पोटैशियम परमैंगनेट विलयन का व्यवहार विभिन्न जलाशयों एवं जलागारों के जलों को विशुद्ध बनाने के लिये होता है किन्तु मिट्टी के सम्पर्क में परमैंगनेट आयन में जो परिवर्तन होते हैं उसके सम्बन्ध में अभी तक कोई प्रयोग नहीं हुये। फलतः विभिन्न प्रकार की मिट्टियों को प्रयुक्त करते हुए मैंगनीज की संयोजकता में परिवर्तन देखे गये हैं।

प्रयोगात्मक

प्रस्तुत अध्ययन के लिये तीन मिट्टियाँ प्रयुक्त की गईं। वे हैं—काली मिट्टी, लाल मिट्टी तथा क्षारीय मिट्टी। इनके कतिपय गुणधर्मों का विवरण सारणी 1 में दिया गया है। प्रयुक्त मिट्टियों के नमूने विभिन्न मिट्टी-स्तरों से लिये गये। इन स्तरों की गहराइयों का संकेत यथा-स्थान मिलेगा।

5 ग्राम मिट्टी के नमूनों को विभिन्न सान्द्रताओं वाले 1100 ppm से 275 ppm पोटैशियम परमैंगनेट विलयन के 50 मिली० के साथ 1 घंटे तक हिलाकर 18 घंटे तक मिट्टी के सम्पर्क में रहने दिया गया। दूसरे दिन बुकनर कीप के ऊपर फिल्टर पत्र लगाकर और निर्वात प्रयुक्त करके मिट्टी को विलयन से पृथक किया गया। फिर आसुत जल की अल्प मात्रा से मिट्टी को धोया गया। इस प्रकार से प्राप्त पूर्ण छनित में मैंगनीज की मात्रा रंगमापी विधि द्वारा[1] ज्ञात की गई जिसमें पोटैशियम परआयोडेट द्वारा रंग विकसित किया गया।

उपचारित मिट्टी को बुकनर कीप से फिल्टर पत्र सहित निकालकर शंक्वाकार पलिघ में स्थानान्त-रित किया गया और उसमें 50 मिली० नार्मल अमोनियम ऐसीटेट मिलाकर हिलाया गया। दूसरे दिन अमोनियम ऐसीटेट में विलेय मैंगनीज की मात्रा उपर्युक्त विधि से ज्ञात की गई। इसी को विनिमयशील मैंगनीज कहकर सम्बोधित किया गया है।

विनिमयशील मैंगनीज ज्ञात करने के बाद मिट्टी को 50 मिली० अमोनियम ऐसीटेट में क्विनाल के 0·2% विलयन के साथ हिलाकर रात्रि भर सम्पर्क में रहने दिया गया और दूसरे दिन छनित में मैंग-नीज की मात्रा ज्ञात कर ली गई। यही अपचेय मैंगनीज की मात्रा है।

कार्बनिक पदार्थ के प्रभाव का अध्ययन करने के लिये 5 ग्राम क्षारीय मिट्टी के साथ क्रमशः 0·2 तथा 0·4 ग्राम कम्पोस्ट मिलाई गई जिसमें कार्बन की प्रतिशतता 8% थी। छनित में पहले की भाँति मैंगनीज की मात्रा ज्ञात की गई। प्रत्येक दशा में परमैंगनेट का जो रंग बचा उसकी तीव्रता को रंगमापी द्वारा

ज्ञात किया गया। एक पृथक प्रयोग द्वारा छनित में पूर्ण मैंगनीज की मात्रा भी ज्ञात की गई। इन दोनों मानों में जो अन्तर आया उसे मैंगनस (द्विसंयोजी मैंगनीज Mn^{++}) रूप में विद्यमान मान करके उसे सारणी 3 में अंकित कर दिया गया है।

समस्त प्रयोगों के साथ साथ नियन्त्रण प्रयोग भी किये गये। सारणियों में विनिमयशील एवं अपचेय मैंगनीज की जो मात्रायें अंकित हैं उन्हें मिट्टी में प्रारम्भिक रूप में प्राप्य मैंगनीज के तत्सम्बन्धी मानों में से घटाकर प्राप्त किया गया है।

विवेचना

सारणी 2क, ख, ग के सूक्ष्म विश्लेषण से यह ज्ञात होता है कि जैसे जैसे विलयन में परमैंगनेट के रूप में मैंगनीज की मात्रा बढ़ाई जाती है (275 से 1100 ppm) वैसे वैसे मिट्टियों द्वारा ग्रहण की गई मैंगनीज की मात्रा बढ़ती जाती है। यही नहीं, ज्यों-ज्यों मिट्टी के निचले स्तर मिलते हैं इन मात्राओं में वृद्धि होती है। केवल क्षारीय मिट्टी ही ऐसी है जिसके द्वितीय स्तर द्वारा ग्रहण किये गये मैंगनीज की मात्रा प्रथम स्तर की अपेक्षा न्यून है। इसी सारणी में दिये गये विनिमयशील एवं अपचेय मैंगनीज के मान प्रेक्षणीय हैं।

विनिमयशील मैंगनीज की मात्रा कहीं धनात्मक है तो कहीं ऋणात्मक किन्तु अपचेय मैंगनीज की मात्रायें सर्वत्र उच्च मान प्रदर्शित करती हैं।

जहाँ विनिमयशील मैंगनीज में कमी आई है वहाँ यही निष्कर्ष निकलता है कि प्रारम्भिक विनिमय-

सारणी 1

प्रयुक्त मिट्टियों के कतिपय रासायनिक अययव (%)

विभिन्न अवयव	मिट्टियों के विभिन्न स्तर						
	काली मिट्टी			लाल मिट्टी		क्षारीय मिट्टी	
	0-9″	9″-29″	29″-48″	0-5″	5″-22″	0-4″	4″-16″
R_2O_3*	16·7	17·6	17·3	5·3	11·8	...	...
$CaCO_3$	1·7	2·2	2·2	0·87	1·0	13·5	12·5
कार्बन (C%)	0·89	0·74	0·80	1·3	0·84	0·52	0·24
विनिमय क्षमता (CEC) (*m.e*/100*g*)	39·5	37·0	38·8	24·0	20·7	...	...
पी-एच० (pH)	8 0	8·0	8·1	6·4	6.4	9·7	9.7
विनिमयशील *Mn* (*ppm*)	160	120	80	90	212	26	48
अपचेय *Mn* (*ppm*)	320	310	296	80	160	26	280

*R_2O_3=सेस्क्वीआक्साइड

सारणी 2 (क)

काली मिट्टी द्वारा सप्तसंयोजी मैंगनीज का विभिन्न रूपों में परिवर्तन

$KMnO_4$ के रूप में डाली गई *Mn* की मात्रा (*ppm*)	मिट्टी में मैंगनीज के रूप (*ppm*) 0-9″			9-29″			29-48″		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1100	1040	—110	860	1025	+20	830	1072	+28	776
550	505	—84	380	490	—16	360	530	+28	328
365	320	—20	300	310	—30	230	362	0	160
275	250	—10	260	250	—47	170	269	0	28

A=मिट्टी द्वारा ग्रहीत मैंगनीज *ppm*
B=विनिमयशील मैंगनीज ,,
C=अपचेय मैंगनीज ,,

सारणी 2 (ख)

लाल मिट्टी द्वारा सप्त संयोजी मैंगनीज का विभिन्न रूपों में परिवर्तन

$KMnO_4$ के रूप में डाली गई *Mn* की मात्रा (*ppm*)	0—5″			5″—22″		
	A	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*
1100	1030	+90	900	1073	—48	924
550	500	+90	430	537	—32	480
365	343	+90	360	356	—24	296
275	265	+60	150	270	—20	160

सारणी 2 (ग)

क्षारीय मिट्टी द्वारा सप्त संयोजी मैंगनीज का विभिन्न रूपों में परिवर्तन

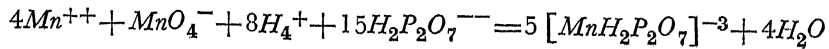
$KMnO_4$ के रूप में डाली गई Mn की मात्रा (ppm)	0—4″			4″—16″		
	A	B	C	A	B	C
1100	920	0	616	427	—20	240
550	470	8	348	237	—12	200
365	310	10	196	178	—6	144
275	245	6	116	156	—2	80

सारणी 3

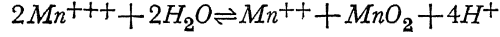
सप्त संयोजी मैंगनीज की संयोजकता परिवर्तन पर कार्बनिक पदार्थ का प्रभाव

$KMnO_4$ के रूप में प्रयुक्त Mn की मात्रा (ppm)	कम्पोस्ट के रूप में कार्बनिक पदार्थ	मिट्टी में Mn की मात्रा, ppm			
		Mn^{++}	ग्रहीत	विनिमयशील	अपचेय
1100	0	110	222	0	184
1100	0·2 ग्राम	30	968	4	752
1100	0·4 ग्राम	45	1079	23	792
550	0	3	209	0	136
550	0·2 ग्राम	5	520	3	392
550	0·4 ग्राम	4	533	20	432

शील मैंगनीज (Mn^{++}) या तो परमैंगनेट आयन के साथ अथवा अविलेय यौगिकों के साथ अभिक्रिया करता होगा। लिंगेन तथा काप्लर्स[2] ने यह दिखाया है कि उदासीन पाइरोफास्फेट विलयन में Mn^{++} आयन $KMnO_4$ द्वारा त्रिसंयोजी Mn^{+3} में परिवर्तित हो सकते हैं :—

$$4Mn^{++}+MnO_4^{-}+8H_4^{+}+15H_2P_2O_7^{--}=5\,[MnH_2P_2O_7]^{-3}+4H_2O$$

इस प्रकार से निर्मित मैंगनीज (III) पाइरोफास्फेट पी-एच० 8·0 के नीचे जलीय मैंगनीज डाइ-आक्साइड, MnO_2, में विखंडित हो जाता है।

हाइंट्जे तथा मान[3] का कथन है कि त्रिसंयोजी मैंगनीज के द्वारा द्विसंयोजी तथा चतुः संयोजी मैंगनीज की उत्पत्ति सम्भव है।

$$2Mn^{+++} + 2H_2O \rightleftharpoons Mn^{++} + MnO_2 + 4H^+$$

अपचेय मैंगनीज के मान सर्वत्र अत्युच्च हैं जिससे यह लक्षित होता है कि मिट्टियों द्वारा जितना भी परमैंगनेट विभिन्न रूपों में परिवर्तित होता है उसका अधिकांश अपचेय रूप में रहता है। प्रयोगों द्वारा हाइंट्जे तथा मान[3] ने यह प्रदर्शित किया है कि मैंगनीज खनिजों में से हासमैनाइट, Mn_3O_4, तथा मैंगनाइट, $MnOOH$, सरलतापूर्वक सोडियम बाइसल्फाइट द्वारा अपचित होते हैं। क्विनाल द्वारा MnO_2 सरलता से अपचित होता है अतः अपचेय मैंगनीज केवल मैंगनीज आक्साइडों के रूप में ही मिट्टी में विद्यमान होगा।

प्रयुक्त मिट्टियों में से सभी मिट्टियाँ $KMnO_4$ से उपचारित करने के बाद अपचेय मैंगनीज की प्रचुर मात्रायें प्रदान करती हैं जिससे यही निष्कर्ष निकलता है कि परमैंगनेट आयन मैंगनीज के विभिन्न आक्साइडों में परिवर्तित होते हैं।

परमैंगनेट आयन में मैंगनीज सप्त संयोजी है किन्तु आक्साइडों में वह प्रधानतः चतुःसंयोजी है। यह निम्न आक्सीकरण अवस्था अपचयन के फलस्वरूप ही सम्भव है।

$KMnO_4$ का अपचयन दो दशाओं में ज्ञात है। एक तो अम्लीय अवस्था में और दूसरा क्षारीय अवस्था में। विभिन्न अवस्थाओं के आक्सीकरण-अपचयन विभव (Redox Potential) निम्न प्रकार हैं:—

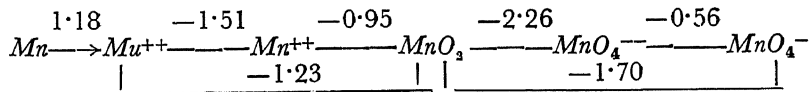
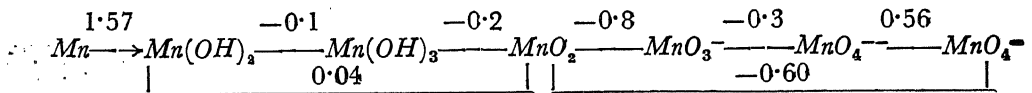
अम्लीय

$$Mn \xrightarrow{1\cdot18} Mu^{++} \xrightarrow{-1\cdot51} Mn^{++} \xrightarrow{-0\cdot95} MnO_2 \xrightarrow{-2\cdot26} MnO_4^{--} \xrightarrow{-0\cdot56} MnO_4^{-}$$

$$\underbrace{Mu^{++} \longrightarrow MnO_2}_{-1\cdot23} \qquad \underbrace{MnO_2 \longrightarrow MnO_4^{-}}_{-1\cdot70}$$

क्षारीय

$$Mn \xrightarrow{1\cdot57} Mn(OH)_2 \xrightarrow{-0\cdot1} Mn(OH)_3 \xrightarrow{-0\cdot2} MnO_2 \xrightarrow{-0\cdot8} MnO_3^{-} \xrightarrow{-0\cdot3} MnO_4^{--} \xrightarrow{0\cdot56} MnO_4^{-}$$

$$\underbrace{Mn(OH)_2 \longrightarrow MnO_2}_{0\cdot04} \qquad \underbrace{MnO_2 \longrightarrow MnO_4^{-}}_{-0\cdot60}$$

इससे यह भलीभाँति स्पष्ट हो जाता है कि अम्लीय अवस्था में परमैंगनेट आयन सरलता से सीधे MnO_2 में परिवर्तित होगा क्योंकि आवश्यक विभव अपेक्षतया न्यून है। किन्तु क्षारीय माध्यम में भी कम विभव की आवश्यकता होती है।

प्रयुक्त मिट्टियों के सम्पर्क में परमैंगनेट आयन 6·4 से 9·7 पी-एच० के मध्य अभिक्रिया मिश्रण में रहता है फलतः वे सरलता से MnO_2 में परिवर्तित हो जाते हैं। यही नहीं, द्विसंयोजी $Mn(OH)_2$ भी बन सकता है किन्तु वह शीघ्र ही त्रिसंयोजी, $Mn(OH)_3$ और फिर MnO_2 में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रकार जिन अवस्थाओं में सप्त संयोजी मैंगनीज के परिवर्तन का अध्ययन किया गया है उनके अन्तर्गत मुख्य रूप से चतुःसंयोजी मैंगनीज, MnO_2 बनने की अनुकूल परिस्थितियाँ पाई जाती हैं।

क्षारीय मिट्टी में अन्य दो मिट्टियों की अपेक्षा न केवल अपचेय मैंगनीज की मात्रा न्यून है वरन् इसके दोनों ही स्तरों में MnO_4^- आयन बचे रह जाते हैं। निचले स्तर में अपेक्षतया MnO_4^- आयनों का रूपान्तरण और भी कम देखा जाता है।

सप्तसंयोजी दशा में चतुःसंयोजी दशा प्राप्त करने के लिए आवश्यक है कि परमैंगनेट किसी अपचायक के सम्पर्क में आवे। मिट्टी में प्रमुख अपचायक पदार्थ कार्बनिक अंश है।

प्रयुक्त मिट्टियों में कार्बन प्रतिशत भिन्न-भिन्न है। क्षारीय मिट्टी में कार्बन की मात्रा सबसे कम है। संयोगवश इसमें MnO_4^- आयनों का विभिन्न रूपों में परिवर्तन भी सबसे न्यून है फलतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि मिट्टी में प्राप्य कार्बन की मात्रा पर ही उच्च आक्सीकरण दशा से निम्न आक्सीकरण दशा पर मैंगनीज का परिवर्तित होना निर्भर करता है।

अल्प कार्बन की मात्रा के साथ-साथ उच्च पी-एच० (9.7) तथा कैल्सियम कार्बोनेट के उच्च प्रतिशत क्षारीय मिट्टी को अन्य दो मिट्टियों, काली तथा लाल मिट्टी से पृथक करते हैं। इन दोनों मिट्टियों में से लाल मिट्टी में कार्बन की मात्रा अधिक है, पी-एच० न्यून (6.4) है और कैल्सियम कार्बोनेट की मात्रा नगण्य है किन्तु फिर भी इसका प्रथम स्तर काली मिट्टी के तीनों स्तरों के तुल्य ही परमैंगनेट का अधिशोषण करता है। किन्तु जब अपचेय मैंगनीज तथा विनिमयशील मैंगनीज की मात्राओं की तुलना की जाती है तो इन दोनों मिट्टियों में भी प्रचुर विभिन्नता देखी जाती है। उदाहरणार्थ लाल मिट्टी के 0–4″ स्तर द्वारा अधिशोषित मैंगनीज की कम मात्रा अपचेय रूप में पाई जाती है। यही नहीं, इसके द्वितीय स्तर द्वारा MnO_4^- आयनों का अधिशोषण भी कम होता है और अपचेय मैंगनीज की मात्रा भी कम देखी जाती है। इसका कारण यह हो सकता है कि द्वितीय स्तर में प्रथम स्तर की अपेक्षा कार्बन कम किन्तु R_2O_3 कहीं अधिक मात्रा में है।

काली, लाल तथा क्षारीय मिट्टियों की विनिमय क्षमता क्रमिक रूप से घटती जाती है अतः घटते हुये परमैंगनेट अवशोषण की ह्रासमान प्रवृत्ति इसके कारण भी हो सकती है।

विनिमयशील मैंगनीज के आँकड़े अत्यन्त विचित्र हैं। काली मिट्टी में ऊपरी दो स्तरों में प्रारम्भिक विनिमयशील मैंगनीज में ही ह्रास आता है जबकि तृतीय स्तर में सहसा वृद्धि देखी जाती है। यह वृद्धि केवल परमैंगनेट की उच्च मात्रा डाले जाने पर सम्भव है।

लाल मिट्टी में ऊपरी स्तर में विनिमयशील मैंगनीज में सभी सान्द्रताओं पर वृद्धि देखी जाती है किन्तु निचले स्तर में उसमें लगातार ह्रास देखा जाता है। क्षारीय मिट्टी के भी द्वितीय स्तर में ऐसा ही ह्रास लक्षित होता है।

उपर्युक्त प्रेक्षणों से यह प्रतीत होता है कि MnO_4^- आयन द्विसंयोजी विनिमयशील मैंगनीज से भी अभिक्रिया करते हैं। सारणी 1 में दिए गए मिट्टियों के विनिमयशील मैंगनीज मानों के देखने पर एक यह आश्चर्यजनक साम्य स्थापित होता है कि जिन स्तरों में विनिमयशील मैंगनीज़ अधिक है वहीं-वहीं MnO_4^- उक्त प्रकार से अभिक्रिया करके द्विसंयोजी मैंगनीज को अपर संयोजी मैंगनीज में परिवर्तित करता है।

तीनों मिट्टियों के पी-एच० मान देखते हुए प्रथम दृष्टि से क्षारीय मिट्टी में MnO_4^- आयनों का बचा रहना आश्चर्यजनक लगता है किन्तु कार्बन की मात्रा के अनुसार अपचयन की क्रिया का अग्रसर होना यह सिद्ध करता है कि क्षारीय मिट्टी में जो कुछ हो रहा है वह तर्कसंगत है।

यह देखने के लिए कि क्षारीय मिट्टी में कार्बन की कमी के कारण ही न्यून अधिशोषण अथवा अपचेय मैंगनीज की न्यून मात्रायें उपलब्ध होती हैं उसके साथ कम्पोस्ट की भिन्न मात्रायें मिलाई गईं और विनिमय तथा अपचेय मैंगनीज की मात्रायें ज्ञात की गईं। सारणी 3 में दिये गये परिणामों से यह भली भाँति पुष्ट हो जाता है कि 0·2 ग्राम कम्पोस्ट मिलाने पर ही अधिशोषित मैंगनीज की मात्रा में आशातीत एवं आश्चर्यजनक वृद्धि होती है जिसका बहुत बड़ा अंश अपचेय रूप में ही पाया जाता है। विनिमयशील मैंगनीज में जो वृद्धि देखी जाती है उसका कारण यह हो सकता है कि कुछ MnO_2 अपचित होकर Mn^{++} रूप में परिवर्तित हुआ हो जो विनिमय द्वारा मिट्टी के अन्तर्गत प्रवेश कर गया हो।

काली तथा लाल मिट्टियों के छनितों में परमैंगनेट आयनों का रंग न पाया जाना किन्तु फिर भी मैंगनीज की विभिन्न मात्राओं का विद्यमान रहना इसके प्रमाण हैं कि इन मिट्टियों के सम्पर्क में MnO_4^- से Mn^{++} आयन भी बनते हैं। सारणी 3 में Mn^{++} के जो मान दिए गए हैं उनसे यह ज्ञात होता है कि क्षारीय मिट्टी में भी परमैंगनेट की उपस्थिति में Mn^{++} आयन रह सकते हैं किन्तु कार्बन की मात्रा बढ़ाने पर इनकी मात्रा घट जाती है।

सारणी 2 (क, ख, ग) के सूक्ष्म अवलोकन से एक और तथ्य सामने आता है कि परमैंगनेट में से जितना भी मैंगनीज विविध रूपों में ग्रहीत होता है, उनमें से विनिमयशील एवं अपचेय मैंगनीज की संयुक्त मात्रायें उसके तुल्य नहीं हो पातीं। तात्पर्य यह कि कुछ न कुछ मैंगनीज ऐसी अवस्थाओं में अब भी विद्यमान है जिसका निश्चयन प्रयुक्त विधियों से नहीं हो पाया।

यह भली भाँति ज्ञात है कि अपचेय मैंगनीज जिन उच्च आक्साइडों पर अपचायकों की क्रिया से प्राप्त होता है उनके द्वारा वे आक्साइड पूर्ण रूप से विलेय नहीं। यही कारण है कि कुछ न कुछ मैंगनीज ऐसी अवस्था में मिट्टियों में शेष रहा आता है जिसका निश्चयन सामान्य रासायनिक विधियों के व्यवहार से सम्भव नहीं। इसे हम "स्थिर मैंगनीज" की संज्ञा प्रदान कर सकते हैं। काली तथा लाल मिट्टी में इसकी प्रतिशतता अधिशोषित मैंगनीज की १०% के लगभग है किन्तु क्षारीय मिट्टी में यह लगभग ४०% तक है। यह "स्थिर मैंगनीज" एक प्रकार से पौदों के लिए अनुपयोगी तो है किन्तु मिट्टियों में मैंगनीज कोष को बढ़ाने में सहायक भी है। सम्भवतः क्षारीय मिट्टियों में मैंगनीज की जो ग्रंथियाँ पाई जाती हैं वे इसी प्रकार से बनी हों।

निर्देश

1. जैक्सन, एम० एल० । *Soil Chemical Analysis*, **एशिया पब्लिशिंग हाउस, प्रथम संस्करण** 1962, पृ० 393-396।
2. लिंगेन जे०जे० तथा कार्प्लेस, आर० । **इंडस्ट्रि० इंजी० केमि० (एनालि० एडीसन** 1946 **18,** 191 ।
3. हाइन्ट्जे, एस० जी० तथा मान, पी० जे० जी० । **जर्न० सायल साइंस,** 1951, **2,** 234-42 ।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका,
1966, **9**, 45-52

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 45-52

सीस फार्मेट और सोडियम हाइड्राक्साइड की आन्तरिक अभिक्रिया

कन्हैया लाल यादव, उमाशंकर पाण्डेय तथा चन्द्रविजय चतुर्वेदी
रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

[प्राप्त—1 नवम्बर, 1965]

सारांश

सीस फार्मेट के विलयन में सोडियम हाइड्राक्साइड के डाले जाने से शुद्ध सीस हाइड्राक्साइड का अवक्षेप प्राप्त होता है किन्तु माध्यमिक दशाओं में भास्मिक लवणों के बनने के सम्बन्ध में कोई प्रमाण नहीं मिलता।

Abstract

Metathesis of lead formate and caustic soda solutions. *By* K. L. Yadav, U. S. Pandey and C. V. Chaturvedi, Department of Chemistry, University of Allahabad.

By addition of sodium hydroxide to a solution of lead formate, the precipitate obtained has been found to be pure lead hydroxide. There is, however, no evidence of the basic salts in the intermediate stages.

कई रसायनज्ञों ने उदासीन लवणों के क्षारीयकरण से सीस हाइड्राक्साइड के अवक्षेपण का अध्ययन किया है। बहुधा माध्यमिक दशाओं में भास्मिक लवणों का बनना बतलाया गया है। चरेटॉन[1] ने सीस क्लोराइड, सीस ब्रोमाइड, सीस सल्फेट, और सीस परमैंगनेट से भास्मिक लवणों का बनना दिखलाया है। ओगेटा और कैन[2], बेरटॉन (Berton A)[3] तथा वाये जीन[4] ने सीस नाइट्रेट और सीस ऐसीटेट के साथ भास्मिक लवणों के अस्तित्व का प्रदर्शन किया है। कोलताफ और उनके सहयोगियों[5] तथा ड्यूक और आल्त[6] ने भास्मिक सीस आक्सैलेट के अस्तित्व को देखा है। हम सीस फार्मेट और सोडियम हाइड्राक्साइड की आन्तरिक अभिक्रिया पर यहाँ अध्ययन प्रस्तुत कर रहे हैं।

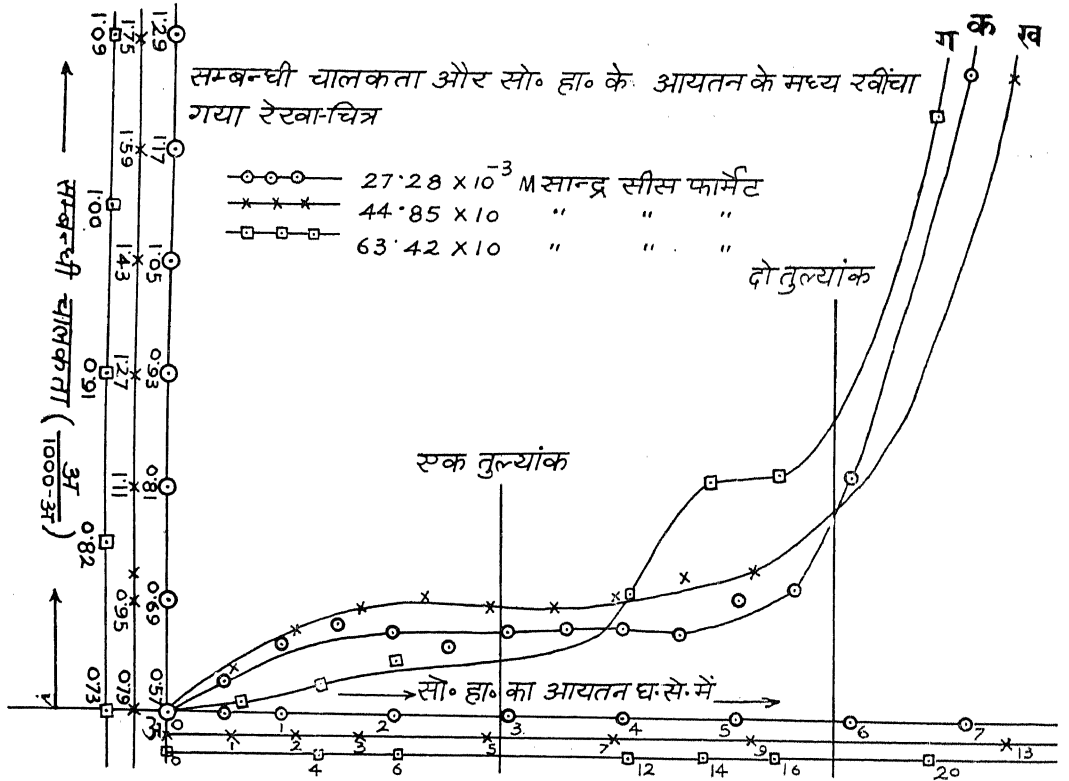
प्रयोगात्मक

सीस फार्मेट के शुद्ध क्रिस्टलों को लेकर उसका पुनः क्रिस्टलीकरण कर लिया और ज्ञात मात्रा के क्रिस्टलों को लेकर सीस और फार्मेट के मात्रा की गणना से यह देखा कि क्रिस्टल में इनका अनुपात 1 : 2 है।

यह प्रदर्शित करने के लिए कि सीस फार्मेट और सोडियम हाइड्राक्साइड की अभिक्रिया से केवल सीस हाइड्राक्साइड ही अवक्षिप्त होता है निम्नांकित प्रयोग किये गये ।

पहला प्रयोग––

उपर्युक्त सीस फार्मेट के मणिभ की थोड़ी मात्रा आसवित जल में घोलकर $27{\cdot}28 \times 10^{-3}$ म सान्द्रता का विलयन तैयार कर लिया और इस विलयन में 10 मिली० को लेकर 100 मिली० के फ्लास्कों में भर लिया गया। इन फ्लास्कों की कुल संख्या 14 थी । पहले में कुछ भी सोडियम हाइड्राक्साइड नहीं छोड़ा गया, दूसरे में 0·5 मिली०, तीसरे में 1·0 मिली० ....। इसी प्रकार 0·5 मिली० के मध्यान्तर पर अन्यों में भी सोडियम हाइड्राक्साइड की मात्रा छोड़ी गयी। प्रयुक्त सोडियम हाइड्राक्साइड की सान्द्रता $92{\cdot}6 \times 10^{-3}N$ थी। इन फ्लास्कों को तल तक पूर्ण करके वायुरोधक ढक्कनों से बन्द कर दिया जिससे वातावरण की कार्बन डाइआक्साइड सीस फार्मेट से क्रिया करके सीस कार्बोनेट का अवक्षेपण न कर सके। इन फ्लास्कों को खूब हिला कर 32 सें० पर स्थिर तापस्थापी में रख दिया। लगभग दो घन्टे के पश्चात् प्रत्येक फ्लास्क के विलयन की चालकता ज्ञात की गई।

सोडियम हाइड्राक्साइड के समतुल्य आयतन और विद्युत् चालकता के मध्य खींचा गया रेखाचित्र **अ क** द्वारा चित्रित है।

चित्र १. विद्युत चालकता तथा सोडियम हाइड्राक्साइड के मध्य सम्बन्ध

इसके पश्चात् प्रत्येक फ्लास्क में सीस[9] और फार्मेट[8] की मात्रा ज्ञात की गई।

सारणी 1 (क)

प्रतिरूप संख्या	फार्मेट की मात्रा ग्राम आयन में	प्रतिरूप संख्या	फार्मेट की मात्रा ग्राम आयन में
पहला	$2 \cdot 8 \times 40 \cdot 49 \times 10^{-6}$	आठवाँ	$2 \cdot 8 \times 40 \cdot 49 \times 10^{-6}$
दूसरा	$2 \cdot 5 \times$,,	नवां	$2 \cdot 7 \times$,,
तीसरा	$2 \cdot 6 \times$,,	दसवाँ	$2 \cdot 8 \times$,,
चौथा	$2 \cdot 5 \times$,,	ग्यारहवाँ	$2 \cdot 7 \times$,,
पाँचवां	$2 \cdot 6 \times$,,	बारहवाँ	$2 \cdot 8 \times$,,
छठां	$2 \cdot 7 \times$,,	तेरहवां	$2 \cdot 5 \times$,,
सातवाँ	$2 \cdot 6 \times$,,	चौदहवां	$2 \cdot 8 \times$,,

सारणी 1 (ख)

प्रतिरूप संख्या	प्रतिरूपों में डाला गया सोडियम हाइड्राक्साइड ग्राम आयन में	सीस की मात्रा ग्राम आयन में	अन्तर*
पहला	0	$9 \cdot 5 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$	
दूसरा	$0 \cdot 5 \times 92 \cdot 6 \times 10^{-6}$	$8 \cdot 4 \times$,,	
तीसरा	$1 \cdot 0 \times$,,	$7 \cdot 6 \times$,,	
चौथा	$1 \cdot 5 \times$,,	$6 \cdot 8 \times$,,	
पाँचवां	$2 \cdot 0 \times$,,	$6 \cdot 1 \times$,,	$3 \cdot 4 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$
छठवां	$2 \cdot 5 \times$,,	$5 \cdot 2 \times$,,	$3 \cdot 2 \times$,,
सातवां	$3 \cdot 0 \times$,,	$4 \cdot 2 \times$,,	$3 \cdot 4 \times$,,
आठवां	$3 \cdot 5 \times$,,	$3 \cdot 3 \times$,,	$3 \cdot 5 \times$,,
नौवां	$4 \cdot 0 \times$,,	$2 \cdot 5 \times$,,	$3 \cdot 6 \times$,,
दसवां	$4 \cdot 5 \times$,,	$1 \cdot 7 \times$,,	$3 \cdot 5 \times$,,
ग्यारहवां	$5 \cdot 0 \times$,,	$1 \cdot 0 \times$,,	$3 \cdot 2 \times$,,
बारहवां	$5 \cdot 5 \times$,,	$1 \cdot 0 \times$,,	माध्य
तेरहवां	$6 \cdot 0 \times$,,	$0 \cdot 55 \times$,,	——
चौदहवां	$7 \cdot 0 \times$,,	$0 \cdot 64 \times$,,	$3 \cdot 4 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$

*पांचवां, छठवां, सातवां ... ... ग्यारहवां में से क्रमशः पहला ... ... दूसरा, चौथा घटाकर अन्तर निकाले गये हैं।

यह सारणी यह प्रदर्शित करती है कि जैसे जैसे सोडियम हाइड्राक्साइड की मात्रा बढ़ाई जाती है सीस की मात्रा में कमी होती जाती है, और यह कमी डाले गये सोडियम हाइड्राक्साइड की मात्रा के समतुल्य है। यहाँ यह स्पष्ट प्रतीत हो रहा है कि $2 \times 92 \cdot 6 \times 10^{-6}$ ग्राम आयन सोडियम हाइड्राक्साइड से सीस में जो कमी हुई वह $3 \cdot 4 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$ ग्राम आयन है।

$$(2 \times 92.6 \times 10^{-6}) \equiv 2 \ (3.4 \times 28.7 \times 10^{-6})$$
$$184.2 \times 10^{-6} \equiv 195.1 \times 10^{-6}$$

प्रायोगिक त्रुटियों को ध्यान में रखते हुए दोनों पद प्रायः समान हैं। सीस की कमी, डाले गये सोडियम हाइड्राक्साइड की मात्रा की दुगुनी है। इससे सिद्ध होता है कि सीस फार्मेट के विलयन से सोडियम हाइड्राक्साइड मिलाने से सीस हाइड्राक्साइड का ही अवक्षेप प्राप्त होता है।

दूसरा प्रयोग—इसमें प्रयुक्त विधि पूर्ववत है, अन्तर केवल इतना है कि इसमें $44.485 \times 10^{-3} M$ सान्द्रता के सीस फार्मेट के 10 मिली० को 100 मिली० वाले 13 फ्लास्कों में क्रमशः रखकर, पहले में कुछ नहीं, दूसरे में 1 मिली०, तीसरे में 2 मिली० तेरहवें में 13 मिली० . . . . . $86.2 \times 10^{-3} N$ सान्द्रता का सोडियम हाइड्राक्साइड छोड़ा गया।

सोडियम हाइड्राक्साइड के समतुल्य आयतन के साथ सम्बन्धी चालकता के मध्य खींचा गया रेखाचित्र **अ ख** द्वारा चित्रित है।

पूर्ववत् ही सीस और फार्मेट की गणना प्रत्येक प्रतिरूप में की गयी।

सारणी क (2)

प्रतिरूप संख्या	फार्मेट की मात्रा ग्राम आयन में	प्रतिरूप संख्या	फार्मेट की मात्रा ग्राम आयन में
पहला	$4 \cdot 2 \times 40 \cdot 2 \times 10^{-6}$	आठवां	$4 \cdot 1 \times 40 \cdot 2 \times 10^{-6}$
दूसरा	$4 \cdot 0 \times$ ... ,,	नौवां	$4 \cdot 2 \times$ ... ,,
तीसरा	$3 \cdot 9 \times$ ... ,,	दसवां	$3 \cdot 9 \times$ ... ,,
चौथा	$4 \cdot 1 \times$ ... ,,	ग्यारहवां	$3 \cdot 9 \times$ ... ,,
पांचवां	$4 \cdot 2 \times$ ... ,,	बारहवां	$4 \cdot 0 \times$ ... ,,
छठवां	$4 \cdot 0 \times$ ... ,,	तेरहवां	$4 \cdot 2 \times$ ... ,,
सातवां	$4 \cdot 1 \times$ ... ,,		

सारणी 2 (ख)

प्रतिरूप संख्या	प्रतिरूपों में डाला गया सोडियम हाइड्राक्साइड ग्राम आयन में	सीस की मात्रा ग्राम आयन में	अन्तर*
पहला	0	$15 \cdot 5 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$	
दूसरा	$1 \times 86 \cdot 2 \times 10^{-6}$	$14 \cdot 0 \times$ ... ,,	
तीसरा	$2 \times 86 \cdot 2 \times 10^{-6}$	$12 \cdot 6 \times$ ... ,,	
चौथा	$3 \times$ ... ,,	$11 \cdot 3 \times$ ... ,,	
पाँचवाँ	$4 \times$ ... ,,	$9 \cdot 8 \times$ ... ,,	$5 \cdot 7 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$
छठा	$5 \times$ ... ,,	$8 \cdot 5 \times$ ... ,,	$5 \cdot 5 \times$,,
सातवां	$6 \times$ ... ,,	$7 \cdot 0 \times$ ... ,,	$5 \cdot 6 \times$,,
आठवां	$7 \times$ ... ,,	$5 \cdot 7 \times$ ... ,,	$5 \cdot 6 \times$,,
नवां	$8 \times$ ... ,,	$4 \cdot 4 \times$ ... ,,	$5 \cdot 4 \times$,,
दसवां	$9 \times$ ... ,,	$3 \cdot 0 \times$ ... ,,	$5 \cdot 5 \times$,,
ग्यारहवां	$10 \times$ ... ,,	$3 \cdot 0 \times$ ... ,,	माध्य
बारहवां	$12 \times$ ... ,,	$2 \cdot 0 \times$ ... ,,	$5 \cdot 55 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6}$
तेरहवां	$13 \times$ ... ,,	$1 \cdot 5 \times$ ... ,,	

*तीसरा चौथा, पाँचवाँ......आँठवाँ में से क्रमशः पहला, दूसरा, तीसरा, चौथा इत्यादि घटा कर अन्तर ज्ञात किये गये हैं।

यह सारणी भी सीस की कमी प्रदर्शित करती है यहाँ भी

$$4 \times 86 \cdot 2 \times 10^{-6} = 2(55 \cdot 5 \times 28 \cdot 7 \times 10^{-6})$$
$$344 \cdot 8 \times 10^{-6} = 316 \cdot 6 \times 10^{-6}$$

प्रायोगिक त्रुटियों को ध्यान में रखते हुए दोनों पद प्रायः समान हैं।

तीसरा प्रयोग--इसमें प्रयुक्त विधि पूर्ववत है।

प्रयुक्त सीस फार्मेट की सान्द्रता $=63 \cdot 42 \times 10^{-3} M$

सोडियम हाइड्राक्साइड $=72 \cdot 7 \times 10^{-3} N$

पूर्ववत् ही सीस और फार्मेट की गणना प्रत्येक प्रतिरूप में की गयी।

सारणी 3 (**क**)

प्रतिरूप संख्या	फार्मेट की मात्रा ग्राम आयन में	प्रतिरूप संख्या	फार्मेट की मात्रा ग्राम आयन में
पहला	$4 \cdot 2 \times 40 \cdot 2 \times 10^{-6}$	आठवाँ	$4 \cdot 1 \times 40 \cdot 2 \times 10^{-6}$
दूसरा	$4 \cdot 0 \times$,,	नौवाँ	$4 \cdot 2 \times$,,
तीसरा	$3 \cdot 9 \times$,,	दसवाँ	$3 \cdot 9 \times$,,
चौथा	$4 \cdot 1 \times$,,	ग्यारहवाँ	$3 \cdot 9 \times$,,
पाँचवाँ	$4 \cdot 2 \times$,,	बारहवाँ	$4 \cdot 0 \times$,,
छठवाँ	$4 \cdot 0 \times$,,	तेरहवाँ	$4 \cdot 2 \times$,,
सातवाँ	$4 \cdot 0 \times$,,	चौदहवाँ	$3 \cdot 9 \times$,,

सारणी 3 (**ख**)

प्रतिरूप संख्या	प्रतिरूपों में डाला गया सोडियम हाइड्राक्साइड ग्राम आयन में	सीस की मात्रा (ग्राम आयन में)	अन्तर*
पहला	0	$22 \cdot 1 \times 28 \cdot 6 \times 10^{-6}$	
दूसरा	$2 \times 72.7 \times 10^{-6}$	$19 \cdot 8 \times$ ...	
तीसरा	$4 \times$ ...	$17 \cdot 0 \times$ ...	$5 \cdot 1 \times 28 \cdot 6 \times 10^{-6}$
चौथा	$6 \times$ ...	$14 \cdot 8 \times$ ...	$5 \cdot 0 \times 28 \cdot 6 \times 10^{-6}$
पाँचवाँ	$8 \times$ ...	$11 \cdot 9 \times$ ...	$5 \cdot 1 \times 28 \cdot 6 \times 10^{-6}$
छठवाँ	$12 \times$ ...	$7 \cdot 0 \times$ ...	$4 \cdot 9 \times$ ...
सातवाँ	$14 \times$ ...	$4 \cdot 5 \times$ ...	$5 \cdot 0 \times$ ...
आठवाँ	$16 \times$ ...	$1 \cdot 9 \times$ ...	$5 \cdot 1 \times$ ...
नवाँ	$18 \times$ ...	$1 \cdot 0 \times$ ...	माध्य अन्तर
दसवाँ	$20 \times$ ...	$0 \cdot 77 \times$ ...	
ग्यारहवाँ	$22 \times$ ...	$0 \cdot 59 \times$ ...	$5 \cdot 1 \times 28 \cdot 6 \times 10^{-6}$
बारहवाँ	$24 \times$ ...	$0 \cdot 575 \times$ ...	
तेरहवाँ	$26 \times$ ...	$0 \cdot 675 \times$ ...	

*तीसरा, चौथा, पाँचवाँ.........आँठवाँ में से क्रमशः पहला, दूसरा, तीसरा, चौथा इत्यादि घटा कर अन्तर ज्ञात किये गये हैं।

यहाँ भी $4 \times 72 \cdot 7 \times 10^{-6} = 2\ (5 \cdot 1 \times 28 \cdot 6 \times 10^{-6})$

$$290.8 \times 10^{-6} = 291 \cdot 72 \times 10^{-6}$$

दोनों पद प्रायोगिक त्रुटियों को ध्यान में रखते हुए समान हैं।

विवेचना

ऊपर के प्रयोगों से निम्नांकित निष्कर्ष प्राप्त होते हैं :—

(1) सारणी 1क, 2क, 3क से यह प्रदर्शित होता है कि सीस फार्मेट और सोडियम हाइड्राक्साइड की आन्तरिक-क्रिया से फार्मेट का अवक्षेपण नहीं होता क्योंकि प्रत्येक प्रतिरूप में इसकी मात्रा लगभग स्थिर है।

सारणी 2ख, 3ख, 1ख से यह प्रदर्शित हो रहा है कि सीस फार्मेट और सोडियम हाइड्राक्साइड कि क्रिया से सीस हाइड्राक्साइड फार्मेट और सोडियम हाइड्राक्साइड की क्रिया से सीस हाइड्राक्साइड का ही अवक्षेपण होता है, क्योंकि हर स्तर पर सीस में जो कमी हो रही है वह उस स्तर पर छोड़े गये सोडियम हाइड्राक्साइड के समतुल्य है।

(2) सीस हाइड्राक्साइड का अवक्षेपण दूसरे तुल्यांक के समीप पूर्ण हो जाता है और आगे अधिक सोडियम हाइड्राक्साइड़ मिलाने से यह अवक्षेप घुलना प्रारम्भ हो जाता है।

(3) चालकता और सोडियम हाइड्राक्साइड के आयतन के मध्य खींचे गये रेखाचित्र से ज्ञात होता है कि पहले तुल्यांक पर कोई परिवर्तन नहीं होता, यह इस तथ्य की ओर निर्देश करता है कि कोई भास्मिक लवण नहीं बन रहा है।

(4) रेखाचित्र **अ ख**, **अ ग** दूसरे तुल्यांक से काफी दूरी पर मुड़ते हैं तथा इनकी अपेक्षा, **अ क** दूसरे तुल्यांक के समीप ही मुड़ जाता है। यह प्लम्बाइट बनने के कारण हो सकता है। सान्द्र सीस फार्मेट में प्लम्बाइट पहले बन जाता है तथा तनु सीस फार्मेट में प्लम्बाइट देर से बनता है। यही कारण है कि दूसरे तुल्यांक के काफी पहले ही **अ ग** रेखाचित्र में परिवर्तन होता है।

निर्देश

1. चरेटान, वर्थे। **बुले० सोसा० किम० (फ्रांस)**, 1956, 323-37।
2. ओगेटा, ए० तथा कैन, टी०। **जर्न० फार्मे० सोसा० (जापान)**, 1923, **492**, 75-81।
3. बेरटॉन, ए०। **बुले०सोसा० कि०(फ्रान्स)**, 1947, **289**-96।
4. वाये, जीन। **बुले० सोसा० कि० (फ्रांस)**,1947,198-204।
5. कोलतॉफ, आई० एम० तथा अन्य। **जर्न० अमे० केमि० सोसा०**,1951,73, ,1161।

6. ड्यूक, जी० तथा आल्त, जे० । **ज० एनार्ग के एलगेम केमि०** 1956, **285**, 134-42 ।

7. बेल्चर, एफ० जे० । The Analytical uses of E.D.T.A. डी वान नस्ट्रांड कम्पनी इंक. 1961 पृ० 189 ।

8. कोलतॉफ, आई० एम० तथा अन्य । Volumetric Analysis. इंटर साइंस प्रकाशक, न्यूयार्क, 1957 पृ० 567 ।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, 9, 53-74

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, 9, 53-74

दौसा के निकट प्राप्त झीर काँच बालू में क्वार्ट्ज कणों की गोलीयता एवं गोलाकृतिकता का अध्ययन

वी० के० वर्मा
भूगर्भ विभाग, जोधपुर विश्वविद्यालय

[प्राप्त—नवम्बर 27, 1965]

सारांश

इस शोध निबन्ध में झीर काँच बालू में क्वार्ट्ज कणों की गोलीयता एवं गोलाकृतिकता का अध्ययन प्रस्तुत किया गया है। इसमें आकार में परिवर्तन के साथ इन गुणों में परिवर्तन की प्रवृत्ति के निरीक्षण का प्रयास दिखेगा। अधिक स्थूल प्रभाजनों में माध्य गोलीयता का मान एकान्तरत: बढ़ता और घटता है किन्तु 150 छिद्र (टाइलर श्रेणी) के नीचे के प्रभाजनों में यह स्थायी रहता है। सामान्य रीति से बालुओं में गोलीयता का उच्च परिमाप पाया जाता है। अधिक बारीक कणों में अधिक गोलाकार होने की प्रवृत्ति देखी जाती है। कणों की काफी संख्या उपकोणीय (subangular) से लेकर उपगोलाकार तक है। किन्तु अधिक स्थूल प्रभाजों में भी कुछ कोणीय कण पाये जाते हैं। गोलीयता एवं गोलाकृतिकता के मध्य आलेखन से प्राप्त प्रकीर्ण आरेख का समीकरण प्राप्त किया गया जो इन तलछटों (अवसादों) की विशिष्टता है।

Abstract

A study of sphericity and roundness of quartz grains of Jhir glass sands near Dausa, Jaipur (Rajasthan). *By* V. K. Varma, Department of Geology, University of Jodhpur.

The paper deals with the sphericity and roundness of quartz grains of Jhir glass sands. An attempt is made to study the trend of variation in these characters with size variation. The value of mean sphericity alternately increases and decreases in coarser fractions and in fractions below 150 mesh (Tyler series), it remains constant. In general, the sands show high measure of sphericity. There appears to be a tendency of the finer grains to be more rounded. A large number of grains are subangular to subrounded. However, some angular grains also occur in the coarser fractions. An equation is obtained for the scatter diagram plotted between sphericity and roundness, which is characteristic of these sediments.

पश्चिमी रेलवे के जैपुर-दौसा क्षेत्र में झीर रेलवे स्टेशन के निकट अच्छी किस्म के काँच बालू के निक्षेप पाये जाते हैं[1]। यह स्थान सड़क के पास है। यह सूचित किया गया है कि यह निक्षेप दिल्ली तंत्र के अल्वर क्वार्ट्जाइटों के अपक्षय द्वारा निर्मित हुआ। प्रस्तुत शोध के दो उद्देश्य थे।

(1) स्थूलतर से बारीक किस्म के तलछटों की गोलीयता एवं गोलाकृतिकता में परिवर्तन की प्रवृत्ति का पता लगाना तथा (2) इन चरों पर आधारित तलछट विशिष्टताओं की खोज करना।

प्रयोगात्मक

झीर के काँच बालू के निक्षेपों से प्राप्त तलछटों को यान्त्रिक विधि से हिलाई जाने वाली टाइलर श्रेणी की छलनियों द्वारा छान कर प्रभाजनित किया गया। प्राप्त प्रभाजनों को निम्न प्रकार से चिन्हित किया गया।

नमूना संख्या	पदार्थ		
I	— 28+- 48	छिद्र	(टाइलर छलनी)
II	— 48+ 65	,,	,,
III	— 65+100	,,	,,
IV	—100+150	,,	,,
V	—150+200	,,	,,
VI	—200+250	,,	,,
VII	—250	,,	,,

इन प्रभाजनों में से प्रत्येक से बालू के प्रतिनिधि अंशों को पृथक पृथक ग्लिसरीन माध्यम में माइक्रोस्लाइडों में आरोपित (mount) किया गया। अनेक तलछटों के सामान्य परिमापन के पश्चात् कतिपय प्रतिनिधि बालू कणों के केमरा ल्यूसिडा रेखाचित्र खींचे गये (इनमें से कुछ चित्र 1, 2 तथा 3 में प्रदर्शित हैं)। उनकी गोलीयता एवं गोलाकृतिकता का निश्चयन वैडेल की विधियों[2] के अनुसार किया गया। कणों के कोनों एवं सबसे छोटे परिगत (circumscribe) तथा सबसे बड़े अन्तःगत वृत्तों की त्रिज्याओं को वृत्तीय मापक्रम द्वारा ज्ञात किया गया और कण प्रक्षेप (grain projection) के क्षेत्रफल को प्लैनीमीटर द्वारा निश्चित किया गया।

परिभाषायें

प्रस्तुत शोध निबन्ध में जिन कतिपय सूत्रों का व्यवहार हुआ है वे निम्न प्रकार पारिभाषित हैं:—

गोलीयता (sphericity), ψ, को

$$\psi=\frac{dc}{Dc}$$

द्वारा प्रदर्शित किया गया है जहाँ

dc=कण प्रक्षेप के तुल्य क्षेत्रफल के वृत्त का व्यास
Dc=प्रक्षेप के परिगत सबसे छोटे वृत्त का व्यास

गोलाकृतिकता (roundness) अंक, P, को

$$P=\frac{\Sigma r}{R}\Big/N$$

द्वारा पारिभाषित किया जाता है जहाँ

Σr=कोनों की त्रिज्याओं का योग
R=महत्तम अन्तःगत वृत्त की त्रिज्या
N=कोनों की संख्या

माध्य गोलीयता को

$$\psi^{-}=\frac{1}{n}\Sigma\psi$$

व्यंजक द्वारा प्राप्त किया जाता है जिसमें

ψ^{-}=माध्य गोलीयता
n=प्रेक्षणों की संख्या

किन्तु फिर भी एक ही मध्यमान पर गोलीयता का वितरण पृथक हो सकता है। अतः औसत विचलन d, जो उन माध्य प्रेक्षणों के विचलनों का औसत है निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त होगा :

$$d=\frac{1}{n}\Sigma|\psi-\psi^{-}|$$

विक्षेपण (dispersion) को मापने के लिये मानक विचलन, σ, को निम्न समीकरण द्वारा प्राप्त किया जाता है:—

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n}\Sigma(\psi-\psi^{-})^2}$$

आकृति चयन (Shape Sorting) गुणांक[3], $S\psi$, को निम्न सूत्र द्वारा प्राप्त किया जा सकता है :

$$S_{\psi}=\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

जहाँ Q_1=प्रथम चतुर्थक
Q_3=तृतीय चतुर्थक

टेढ़ापन (Skewness), Sk, को निम्न व्यंजक द्वारा परिगणित किया जाता है

$$Sk=\frac{Q_1+Q_3-2Q_2}{Q_3-Q_1}$$

जहाँ Q_2 द्वितीय चतुर्थक के लिए आया है। आकृतिकारी गुणक (Shaping factor)[4] को निम्न समीकरण से ज्ञात किया गया

$$S.F.=1-\frac{d\psi}{\psi}$$

जहाँ d_ψ माध्य गोलीयता से विचलनों का औसत है।

गोलाकृतिकता में परिवर्तन की मात्रा को

$$S.P.=\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है जहाँ

$S.P.$=गोलाकृति में परिवर्तन की मात्रा

Q_1=प्रथम चतुर्थक (quartile)

तथा Q_3=तृतीय चतुर्थक

टेढ़ापन (Skewness) को निम्न समीकरण से प्राप्त किया जाता है:—

$$Sk=\frac{Q_1+Q_3-2Q_2}{Q_3-Q_1}$$

जहाँ Q_2=द्वितीय चतुर्थक है

माध्य गोलाकृतिकता $\overline{P}$ को निम्न प्रकार व्यक्त किया जाता है:—

$$\overline{P}=\frac{1}{n}\Sigma P$$

गोलीयता की भाँति ही गोलाकृतिकता का वितरण भी भिन्न हो सकता है अतः माध्य विचलन, d, को निम्न व्यंजक द्वारा परिगणित किया जाता है :

$$d=\frac{1}{n}\Sigma|P-\overline{P}|$$

जहाँ $|P-\overline{P}|$=माध्य से प्रेक्षणों का विचलन

गोलाकृतिकता के विक्षेपण (dispersion) का ज्ञान प्राप्त करने के लिए मानक विचलन का परिगणन वैसे ही किया जा सकता है जैसे गोलीयता के परिगणन के समय। इस दशा में प्रयुक्त समीकरण निम्न होगा :

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n}\Sigma(P-\overline{P})^2}$$

गोलाकृतिक गुणक (Rounding factor) का परिगणन

$$R.F.=1-\frac{dP}{P}$$

से किया गया है जहाँ dP माध्य गोलाकृतिकता से विचलनों का औसत है।

गोलीयता (Sphericity)

सात नमूनों के कतिपय प्रतिनिधि कणों के **गोलीयता अंक** सारणी 1 में अंकित है।

सारणी 1

ψ, $(\psi-\psi)$ तथा $(\psi-\psi)^2$ के मान

कण	गोलीयता	$(\psi-\bar{\psi})$	$(\psi-\bar{\psi})^2$
	नमूना I		
A	0·72	−0·03	0·0009
B	0·82	+0·07	0·0049
C	0·81	+0·06	0·0036
D	0·82	+0·07	0·0049
E	0·81	+0·06	0·0036
F	0·75	0·00	0·0000
G	0·66	−0·09	0·0081
H	0·69	−0·06	0·0036
I	0·74	−0·01	0·0001
J	0·70	−0·05	0·0025
K	0·77	+0·02	0·0004
L	0·86	+0·11	0·0121
M	0·80	−0·15	0·0225
N	0·83	−0·03	0·0064
O	0·41	−0·34	0·1156
P	0·78	+0·03	0·0009
Q	0·77	−0·02	0·0004
R	0·72	−0·03	0·0009
S	0·73	−0·02	0·0004
T	0·84	+0·09	0·0081
	नमूना II		
A	0·81	+0·02	0·0004
B	0·74	−0·05	0·0025
C	0·74	−0·05	0·0025
D	0·84	+0·05	0·0025
E	0·83	+0·04	0·0016
F	0·82	+0·03	0·0009
G	0·68	−0·11	0·0121
H	0.75	−0·04	0·0016
I	0·71	−0·08	0·0064
J	0·79	0.00	0·0000
K	0·78	−0·01	0·0001
L	0·78	−0·01	0·0001
M	0·87	+0·08	0·0064
N	0·85	+0·06	0·0036
O	0·84	+0·05	0·0025
P	0·84	+0·05	0·0025
Q	0·75	−0·04	0·0016
R	0·82	+0·03	0·0009
S	0·83	+0·04	0·0016
T	0·70	−0·09	0·0081

कण	गोलीयता	$(\psi - \bar{\psi})$	$(\psi - \bar{\psi})^2$
		नमूना III	
A	0·69	—0·08	0·0064
B	0·80	+0·03	0·0009
C	0·74	—0·03	0·0009
D	0·77	—0·00	0·0000
E	0·74	—0·03	0·0009
F	0·67	—0·10	0·0100
G	0·87	+0·01	0·0100
H	0·70	—0·07	0·0049
I	0·73	—0·04	0·0016
J	0·75	—0·02	0·0004
K	0·71	—0·06	0·0036
L	0·73	—0·04	0·0016
M	0·85	+0·08	0·0064
N	0·83	+0·06	0·0036
O	0·81	+0·04	0·0016
P	0·78	+0·01	0·0001
Q	0·82	+0·05	0·0025
R	0·65	—0·12	0·0144
S	0·75	—0·02	0·0004
T	0·84	+0·07	0·0049
		नमूना IV	
A	0·73	—0·06	0·0036
B	0·76	—0·03	0·0009
C	0·79	0·00	0·0000
D	0·73	—0·06	0·0036
E	0·75	—0·04	0·0016
F	0·86	+0·07	0·0049
G	0·75	—0·04	0·0016
H	0·83	+0·04	0·0016
I	0·83	+0·04	0·0016
J	0·71	—0·08	0·0064
K	0·84	+0·05	0·0025
L	0·84	+0·05	0·0025
M	0·76	—0·03	0·0009
N	0·88	+0·09	0·0081
O	0·73	—0·06	0·0036
P	0·75	—0·04	0·0016
Q	0·75	—0·04	0·0016
R	0·78	+0·01	0·0010
S	0·89	+0·10	0·0100
T	0·75	—0·04	0·0016

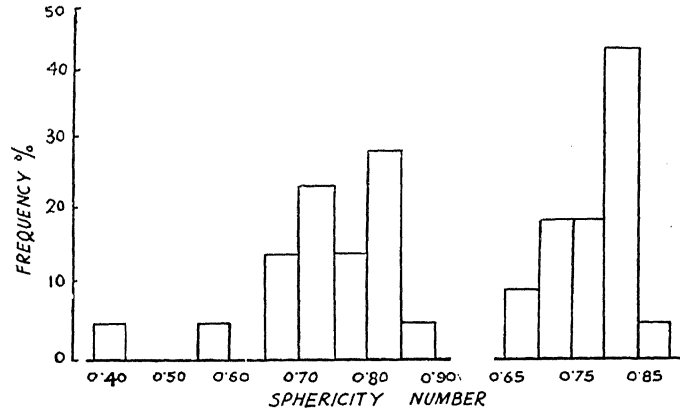
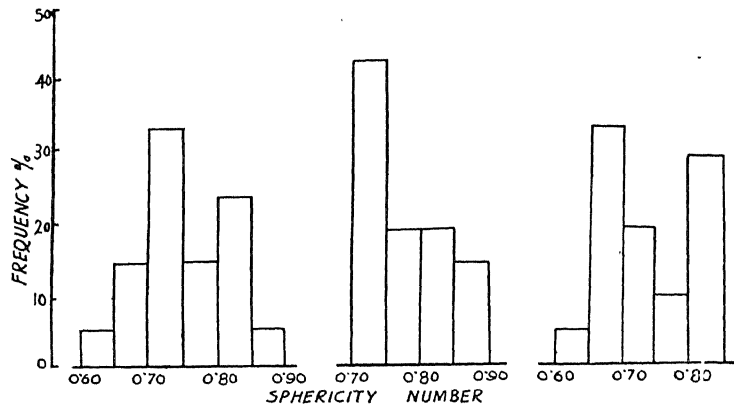
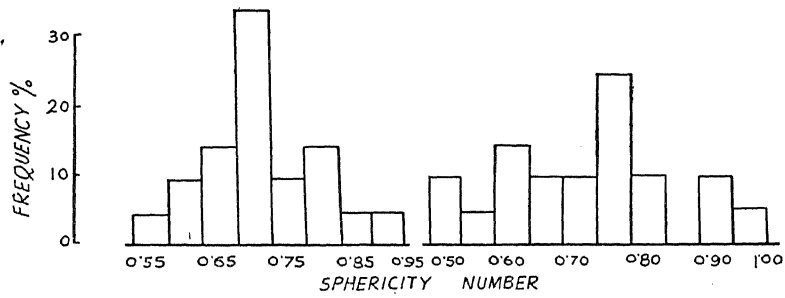
कण	गोलीयता	$(\psi-\bar{\psi})$	$(\psi-\bar{\psi})^2$
		नमूना V	
A	0·73	+0·01	0·0001
B	0·81	+0·07	0·0049
C	0·76	+0·02	0·0004
D	0·68	—0·06	0·0036
E	0·73	—0·01	0·0001
F	0·74	—0·00	0·0000
G	0·66	—0·12	0·0144
H	0·70	—0·04	0·0016
I	0·82	+0·08	0·0064
J	0·61	—0·13	0·0169
K	0·84	+0·10	0·0100
L	0·66	—0·08	0·0064
M	0·72	—0·02	0·0004
N	0·82	+0·08	0·0064
O	0·68	—0·04	0·0016
P	0·83	+0·09	0·0081
Q	0·59	—0·05	0·0025
R	0.84	+0·10	0·0100
S	0·78	+0·04	0·0016
T	0·70	—0.04	0·0016
		नमूना VI	
A	0·86	+0·02	0·0144
B	0·80	+0·06	0·0036
C	0·82	+0·08	0·0064
D	0·71	—0·03	0·0009
E	0·72	—0·02	0·0004
F	0·62	—0·12	0·0144
G	0·75	+0·01	0·0001
H	0·72	—0·02	0·0004
I	0·75	+0·01	0·0001
J	0·71	—0·03	0·0009
K	0·68	—0·06	0·0036
L	0·67	—0·07	0·0049
M	0·58	—0·16	0·0256
N	0·51	+0·07	0·0049
O	0·80	+0·06	0·0036
P	0·95	+0·21	0·0441
Q	0·72	—0·02	0·0004
R	0·82	+0·08	0·0064
S	0·63	—0·11	0·0121
T	0·69	—0·05	0·0025

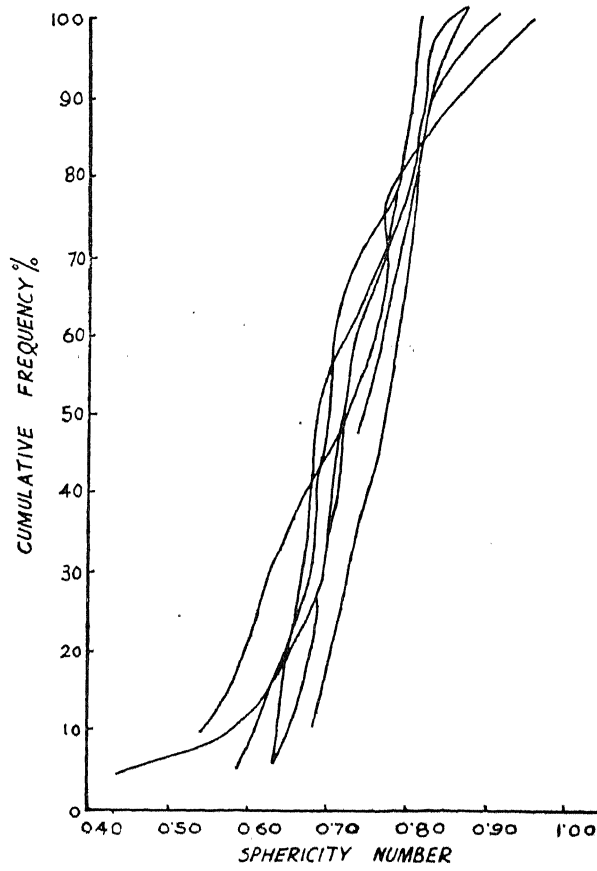
कण	गोलीयता	$(\psi-\bar{\psi})$	$(\psi-\bar{\psi})^2$
		नमूना VII	
A	0·62	−0·12	0·0144
B	0·93	+0·19	0·0361
C	0·64	−0·10	0·0100
D	0·78	+0·04	0·0016
E	0·84	+0·10	0·0100
F	0·80	+0·06	0·0036
G	0·68	−0·06	0·0036
H	0·76	+0·02	0·0004
I	0·70	−0·04	0·0016
J	0·84	+0·10	0·0100
K	0·62	−0·12	0·0144
L	0·59	+0·15	0·0225
M	0·74	0·00	0·0000
N	0·80	+0·06	0·0036
O	0·55	−0·19	0·0361
P	0·74	0·00	0·0000
Q	0·92	+0·18	0·0324
R	0·80	+0·06	0·0036
S	0·96	+0·22	0·0484
T	0·55	−0·19	0·0361

ऊपर दिये गये आँकड़ों से विभिन्न नमूनों के माध्य गोलीयता एवं विचलनों—माध्य तथा मानक—का परिगणन किया गया है।

विभिन्न वर्गों में गोलीयता अंकों की आवृत्तियाँ चित्रित करने के उद्देश्य से हिस्टोग्राम तैयार किये गये जो **चित्र 4** में प्रदर्शित हैं।

गोलीयता अंक का वितरण अत्यन्त क्रमविहीन है। नमूना I में 0·45—0·55 के बीच वाला, गोलीयता अंक प्रेक्षित नहीं किया गया और इसी प्रकार नमूना VII में 0·85·90 के संगत कोई अंक नहीं प्राप्त हुआ। इस कारण से तथा द्वितीयक उच्चिष्ट की उपस्थिति के कारण, नमूना II तथा IV के अतिरिक्त, ऐसा प्रतीत होता है कि बालू की उत्पत्ति एक से अधिक स्रोत से हुई होगी।

संचयी आवृत्ति वितरण वक्र भी तैयार किये गये जो **चित्र 2** में प्रदर्शित हैं। *X*-अक्षि में संचित आवृति प्रतिशत अंकित हैं जबकि संगत गोलीयता अंक *Y*-अक्षि में। इन्हीं वक्रों से चतुर्थकों के मान प्राप्त किये गये और आकृति चयन के गुणांक परिगणित हुए हैं। कतिपय प्राचल जो इन वक्रों से तथा **सारणी 1** में दिए गए आँकड़ों से प्राप्त किये गये हैं वे **सारणी 2** में अंकित हैं।

चित्र—1 गोलीयता की आवृत्ति को प्रदर्शित करने वाले हिस्टोग्राम

S=नमूने का सूचक है ।

चित्र–2 संचयी आवृति प्रतिशतता तथा गोलीयता संख्या के मध्य खींचे गये वक्र

सारणी 2

गोलीयता के कतिपय सांख्यिकीय प्राचल (parameters)

प्राचल (Parameters)	नमूना संख्या I	II	III	IV	V	VI	VII
गोलीयता का परास	0·41-0·86	0·68-0·87	0·69-0·87	0·71-0·89	0·61-0·84	0·63-0·95	0·55-0·96
माध्य गोलीयता	0·75	0·79	0·77	0·79	0·74	0·74	0·74
माध्य विचलन	0·0695	0·0465	0·0525	0·0485	0·059	0·0695	0·099
मानक विचलन	0·095	0·033	0·061	0·053	0·069	0·086	0·12
मध्यम गोलीयता	0·73	0·78	0·725	0·745	0·695	0·70	0·73
आकृतिचयन का गुणांक	1·09	1·06	1·07	*	1·09	1·06	1·12
टेढ़ापन Skewness	+0·20	−0·26	+0·30	*	+0·46	+0·45	−0·45
आकृतिकारी गुणक Shaping Factor	0·91	0·941	0·932	0·939	0·918	0·908	0·87

*Q, के मानों के अभाव में परिगणित नहीं हो सके

ऊपर दी गई सारणी के आँकड़ों से सामान्यतः उच्च कोटि की गोलीयता प्रतीत होती है। विभिन्न नमूनों की औसत माध्य गोलीयता 0.74—0.79 के अल्प परास में स्थित है। यह देखा जा सकता है कि नमूना V तक ये मान क्रमशः बढ़ते और घटते हैं और नमूना V-VII में सामान्य मध्यम गोलीयता 0.74, पाई जाती है किन्तु फिर भी महीन तलछटों की दिशा में विचलनों के मान बढ़ते जाते हैं जिससे यह सूचित होता है कि इनमें गोलीयता में अपेक्षतया अधिक विषमांगता है। इन नमूनों में मध्यम (mediam) गोलीयता का मान संगत माध्य गोलीयता मान से निम्न है। टेढ़ापन की माप से धनात्मक तथा ऋणात्मक दोनो ही प्रकार के मान प्राप्त होते हैं जिससे यह संकेत मिलता है कि केन्द्रीय मानों से इधर या उधर बालू का अधिमान्यतः टेढ़ापन नहीं हुआ। आकृति चयन गुणांकों तथा ढाल संचयी वक्रों से भी गोलीयता चयन की उच्च मात्रा लक्षित होती है। किन्तु फिर भी संचयी वक्रों के द्वारा कुछ जटिलता प्रदर्शित है और जब गोलीयता मान 0.8 से अधिक होते हैं तो यह 90% से अधिक होती है। आकृतिकारी गुणकों से भी तलछटों की गोलीयता में उच्च मात्रा में एकरूपता लक्षित होती है।

गोलाकृतिकता

सातों नमूनों के अधिक प्रतिनिधि कणों की गोलाकृतिकता संख्याओं को **सारणी 3** में अंकित किया गया है। कणों को *A, B, C, D...* इत्यादि के द्वारा प्रदर्शित किया गया है। इनके संगत गोलीयता मान **सारणी 1** के अनुसार हैं :

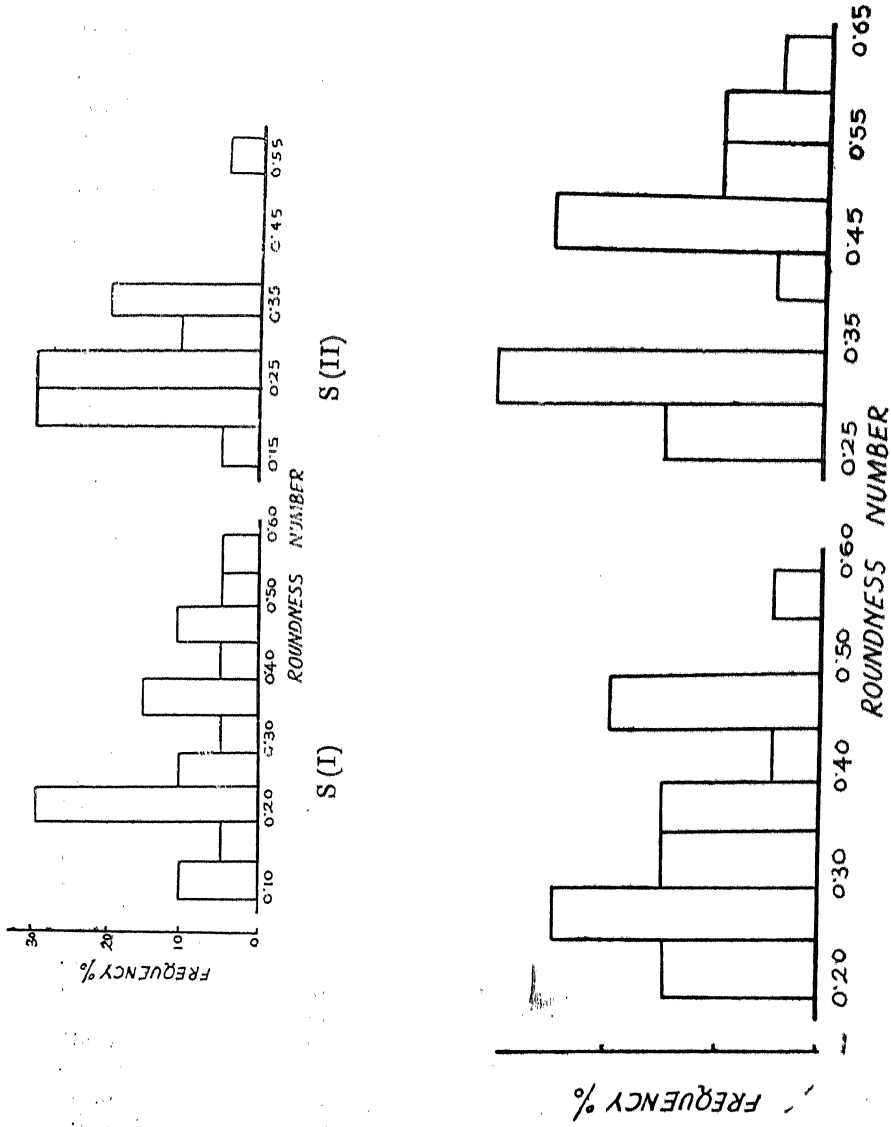
सारणी 3

ρ, $(\rho-\bar{\rho})$ तथा $(\rho-\bar{\rho})^2$ का मान

कण	गोलाकृतिकता	$(\rho-\bar{\rho})$	$(\rho-\bar{\rho})^2$
	नमूना I		
A	0·35	+0·04	0·0016
B	0·37	+0·06	0·0036
C	0·27	−0·04	0·0016
D	0·41	+0·10	0·0100
E	0·15	+0·16	0·0256
F	0·21	−0·10	0·0100
G	0·52	+0·21	0·0441
H	0·24	−0·07	0·0049
I	0·28	−0·03	0·0009
J	0·38	+0·07	0·0049
K	0·18	−0·13	0·0169
L	0·21	−0·10	0·0100
M	0·46	+0·15	0·0225
N	0·55	+0·24	0·0576
O	0·37	+0·06	0·0036
P	0·24	−0·07	0·0049
Q	0·24	−0·07	0·0049
R	0·47	+0·16	0·0256
S	0·14	−0·17	0·0289
T	0·22	−0·09	0·0081

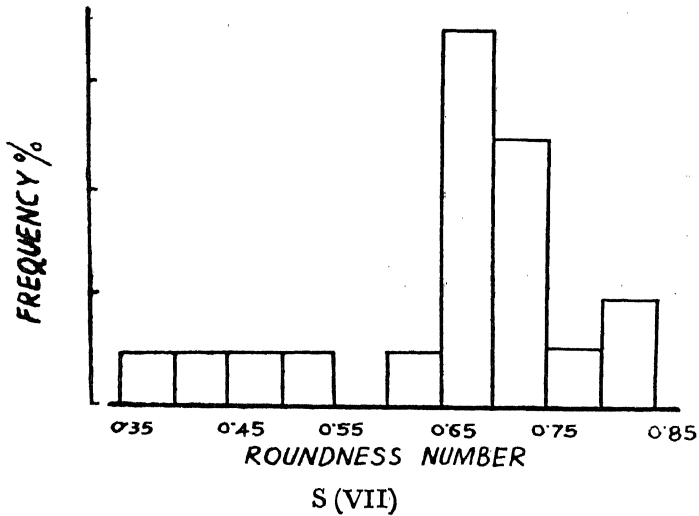
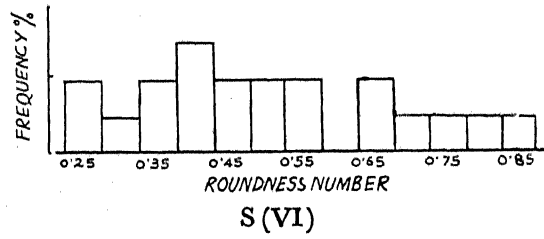
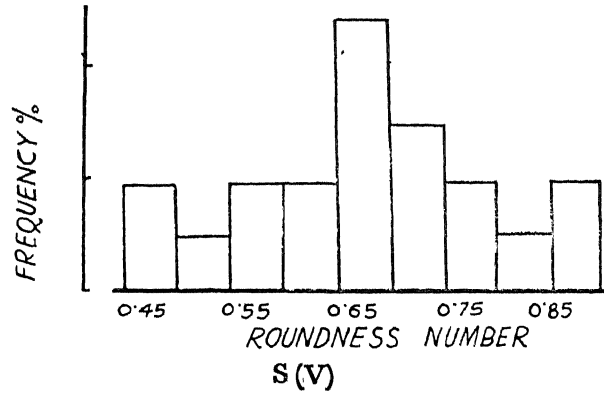
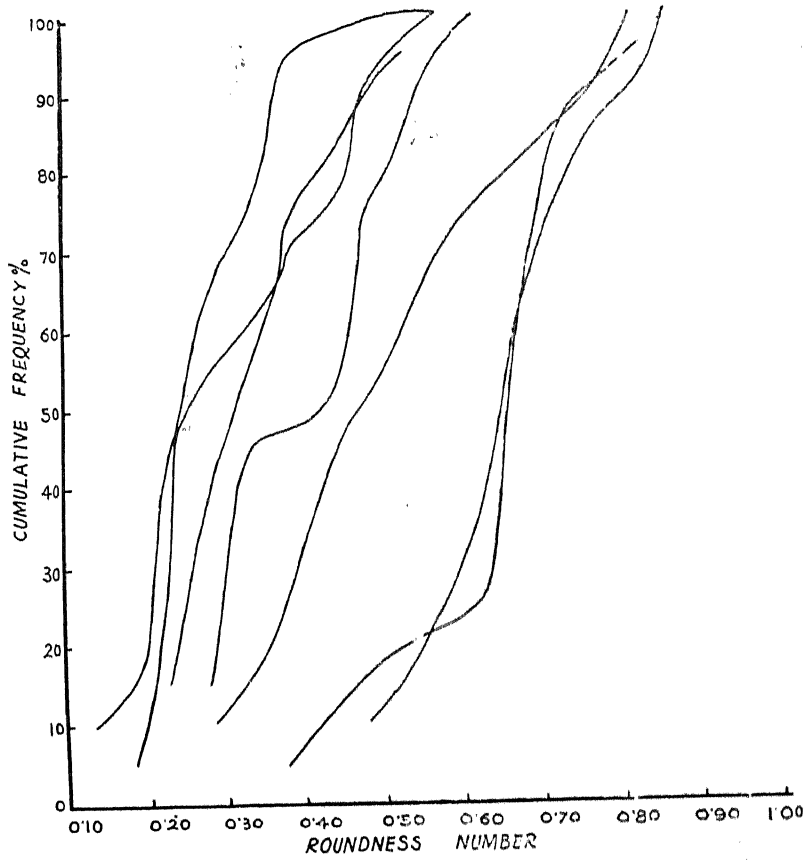
कण	गोलाकृतिकता	$(\rho-\rho)$	$(\rho-\bar{\rho})^2$
	नमूना II		
A	0·19	−0·11	0·0121
B	0·28	−0·02	0·0004
C	0·37	+0·07	0·0049
D	0·36	+0·06	0·0036
E	0·57	+0·27	0·0729
F	0·21	−0·09	0·0081
G	0·29	−0·01	0·0001
H	0·23	−0·07	0·0049
I	0·25	−0·05	0·0025
J	0·30	0·00	0·0000
K	0·24	−0·06	0·0036
L	0·35	+0·05	0·0025
M	0·40	−0·10	0·0100
N	0·26	−0·04	0·0016
O	0·24	−0·06	0·0036
P	0·27	−0·03	0·0009
Q	0·25	−0·05	0·0025
R	0·36	+0·06	0·0036
S	0·34	+0·04	0·0016
T	0·26	−0·04	0·0016
	नमूना III		
A	0·48	+0·13	0·0169
B	0·26	−0·09	0·0081
C	0·60	+0·25	0·0625
D	0·48	+0·13	0·0169
E	0·40	+0·05	0·0025
F	0·24	−0·11	0·0121
G	0·35	+0·01	0·0001
H	0·32	−0·03	0·0009
I	0·46	+0·11	0·0121
J	0·23	−0·12	0·0144
K	0·29	−0·06	0·0036
L	0·37	+0·02	0·0004
M	0·33	−0·02	0·0004
N	0·27	−0·98	0·0064
O	0·26	−0·09	0·0081
P	0·25	−0·10	0·0100
Q	0·32	−0·03	0·0009
R	0·44	+0·09	0·0081
S	0·47	+0·12	0·0144
T	0·29	−0·06	0·0036

कण	गोलाकृतिकता	$(\rho - \rho)$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
	नमूना IV		
A	0·46	+0·01	0·0001
B	0·35	−0·10	0·0100
C	0·32	−0·13	0·0169
D	0·50	+0·05	0·0025
E	0·29	−0·16	0·0256
F	0·35	−0·10	0·0100
G	0·29	−0·16	0·0256
H	0·35	−0·10	0·0100
I	0·34	−0·11	0·0121
J	0·64	+0·19	0·0361
K	0·32	−0·13	0·0169
L	0·50	+0·05	0·0025
M	0·29	−0·16	0·0256
N	0·53	+0·08	0·0064
O	0·60	+0·15	0·0225
P	0·58	+0·13	0·0169
Q	0·45	0·00	0·0000
R	0·47	+0·02	0·0004
S	0·46	+0·01	0·0001
T	0·53	+0·08	0·0064
	ननूना V		
A	0·58	+0·02	0·0004
B	0·28	−0·23	0·0529
C	0·36	−0·15	0·0225
D	0·90	+0·39	0·1521
E	0·67	+0·16	0·0256
F	0·33	+0·18	0·0324
G	0·60	+0·09	0·0081
H	0·37	+0·14	0·0196
I	0·67	+0·16	0·0256
J	0·83	+0·32	0·1024
K	0·36	−0·03	0·0009
L	0·42	−0·09	0·0081
M	0·28	−0·23	0·0529
N	0·36	+0·35	0·1225
O	0·71	+0·20	0·0400
P	0·42	−0·09	0·0081
Q	0·47	−0·04	0·0016
R	0·41	−0·10	0·0100
S	0·55	+0·04	0·0016
T	0·80	+0·09	0·0081

कण	गोलाकृतिकता	$(\rho-\rho)$	$(\rho-\bar{\rho})^2$
	नमूना VI		
A	0·57	—0·11	0·0121
B	0·72	+0·04	0·0016
C	0·86	+0·18	0·0364
D	0·85	+0·17	0·0289
E	0·71	+0·03	0·0009
F	0·54	0·14	0·0196
G	0·67	—0·01	0·0001
H	0·67	—0·01	0·0001
I	0·71	+0·03	0·0009
J	0·50	—0·18	0·0364
K	0·67	—0·01	0·0001
L	0·67	—0·01	0·0001
M	0·39	—0·01	0·0121
N	0·70	+0·02	0·0004
O	0·62	—0·06	0·0036
P	0·88	+0·20	0·0400
Q	0·76	+0·08	0·0064
R	0·48	+0·20	0·0400
S	0·62	—0·06	0·0036
T	0·59	—0·09	0·0081
	नमूना VII		
A	0·43	—0·25	0·0625
B	0·83	+0·15	0·0225
C	0·86	+0·18	0·0324
D	0·73	+0·05	0·0025
E	0·70	+0·02	0·0004
F	0·67	—0·01	0·0001
G	0·64	—0·04	0·0016
H	0·71	+0·03	0·0009
I	0·71	+0·03	0·0009
J	0·67	—0·01	0·0001
K	0·80	+0·12	0·0144
L	0·50	—0·18	0·0324
M	0·57	—0·11	0·0121
N	0·37	—0·31	0·0961
O	0·70	+0·02	0·0004
P	0·87	+0·19	0·0361
Q	0·67	—0·01	0·0001
R	0·67	—0·01	0·0001
S	0·67	—0·01	0·0001
T	0·80	+0·12	0·0144

चित्र-3 गोलाकृतिकता की आवृत्ति के सूचक हिस्टोग्राम
S=नमूने का सूचक है

S (V)

S (VI)

S (VII)

चित्र-3 (क्रमशः) गोलाकृतिका की आवृति के हिस्टोग्राम

चित्र-4 संचयी आवृति प्रतिशतता तथा गोलाकृतिकता संख्या के मध्य खींचे गये वक्र

ऊपर दिये गये आँकड़ों के अनुसार काँच बालुओं के तलछटों को पेटीजान[5] की विधि से निम्न गोलाकृतिकता वर्गों में विभाजित किया जा सकता है।

सारणी 4

गोलाकृतिकता वर्गों का विभाजन

गोलाकृतिकता	वर्ग	नमूने						
		I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*
∠0.21	कोणीय	15.0	5.0	—	—	—	—	—
0.21—0.25	उपकोणीय	30.0	30.0	15.00	—	—	—	—
0.26—0.4	उपगोलीय	30.0	60.0	35.00	45.00	25.00	—	5.0
0.41—0.60	गोलीय	25.0	5.0	30.0	50.0	40.0	25.0	15.0
>0.61	अत्यन्त गोल	—	—	—	5.0	35.0	75.0	80.0

यह देखा जा सकता है कि नमूना I तथा II में अत्यन्त गोल कण हैं ही नहीं। नमूना III में भी अत्यन्त गोल कणों का अभाव है साथ ही कोणीय कणों का भी। प्रयुक्त बालुओं में से सम्पूर्ण भाग का 65—70% तो 100 छिद्रों वाली छलनी से निकल जाता है। नमूना IV—VII तक अन्य नमूनों की अपेक्षा महीन प्रभाजनों में कोणीय तथा उपकोणीय तलछट नहीं पाये जाते और उसमें अत्यन्त गोल कणों के प्रतिशतत्व में क्रमिक वृद्धि पाई जाती है।

सारणी 3 में दिए गए आँकड़ों से माध्य गोलाकृतिकता एवं विचलनों के मान प्राप्त किये गये हैं और वे **सारणी 5** में अंकित हैं।

सारणी 5

गोलाकृतिकता के कतिपय सांख्यिकीय प्राचल

प्राचल (Parameters)	नमूना संख्या I	II	III	IV	V	VI	VII
गोलाकृतिकता मानों का परास	0·14-0·55	0·19-0·57	0·23-0·60	0·29-0·64	0·28-0·90	0·48-0·88	0·37-0·86
माध्य गोलाकृतिकता	0·31	0·30	0·35	0·45	0·51	0·68	0·68
माध्य विचलन	0·106	0·064	0·0845	0·101	0·156	0·087	0·0925
मानक विचलन	0·12	0·084	0·100	0·110	0·187	0·112	0·128
मध्यम गोलाकृतिकता	0·25	0·245	0·315	0·43	0·48	0·67	0·66
गोलाकृतिका में परिवर्तन की मात्रा	1·34	1·21	1·31	1·28	1·28	1·06	1·12
टेढ़ापन (Skewness)	+0·53	+0·62	+0·28	−0·46	+0·17	0	−0·06
गोलाकृतिक गुणक (Rounding Factor)	0·66	0·79	0·76	0·76	0·67	0·89	0·87

हिस्टोग्राम भी खींचे गये हैं, (चित्र 3) जिनमें विभिन्न नमूनों के गोलाकृतिकता संख्याओं की आवृति प्रदर्शित है। नमूना II में 0·40-0·55, नमूना III में 0·5-0·55, नमूना V में 0·6-0·65 तथा नमूना VII में 0·55-0·60 गोलाकृतिकता वर्गों वाले तलछटों की अनुपस्थिति देखी जा सकती है। इस प्रकार से गोलाकृतिकता संख्याओं के वितरण से एवं द्वितीयक उच्चिष्ट की उपस्थिति से यह सुझाव पुष्ट होता है कि इन बालुओं का बहुविध वितरण हुआ है।

चित्र 4 में इन नमूनों के संचयी आवृति वितरण वक्र प्रदर्शित हैं जिनमें संचित आवृति प्रतिशत को X--अक्षि तथा संगत गोलाकृतिकता संख्याओं को Y-अक्षि में अंकित किया गया है। इन वक्रों के प्रारम्भ, मध्य तथा अन्त में सर्वत्र ही नमन पाये जाते हैं। इससे एकरूपता के अभाव की दशायें लक्षित होती हैं। इन्हीं वक्रों से विभिन्न चतुर्थकों के मान प्राप्त किये गये हैं और गोलाकृतिकता में परिवर्तन की मात्रा को संगणित (Compute) किया गया है। इन बालुओं के लिए कुछ महत्वपूर्ण तथ्य संचयी वक्रों के अध्ययन से तथा सारणी 3 में दिए गए आंकड़ों से प्राप्त करके सारणी 5 में लिपिबद्ध किये गये हैं।

काँच बालुओं में 0·14 से लेकर 0·90 के उच्च मान तक गोलाकृतिकता संख्या का विस्तृत परास देखा जाता है। किन्तु यदि प्रत्येक प्रभाग के भार पर विचार किया जाय तो तलछट निश्चित रूप से उपकोणीप पाये जाते हैं। विभिन्न नमूनों के माध्य गोलाकृतिकता मान 0·30 से 0·68 के बीच परिवर्तित होते हैं। नमूना II को छोड़कर अन्य सबों में महीन तलछटों के माध्य गोलाकृतिकता मान वृद्धि प्रदर्शित करते हैं। विचलनों के उच्च मान इस बात के संकेत हैं कि तलछटों की गोलाकृतिकता में विषमांगता है। गोलीयता की ही भाँति मध्यम (median) गोलाकृतिकता मान संगत माध्य गोलाकृतिकता मानों से लघु हैं। धनात्मक तथा ऋणात्मक टेढ़ापन से यह इंगित मिलता है कि वितरण में कोई अधिमान्यता नहीं है। फिर भी, यह प्रेक्षित करने योग्य है कि नमूना VI में पूर्ण संमिति पाई जाती है। इस दशा में गोलाकृतिकता में परिवर्तन के मानों से काफी सीमा तक चयन का आभास मिलता है। गोलाकृतिक गुणकों के मान आकृतिक गुणकों से निम्न हैं जिनसे यह आभास मिलता है कि गोलाकृतिकता के पक्ष में न्यूनतर समांगता पाई जाती है।

गोलीयता एवं गोलाकृतिकता

एक ही गोलीयता मान के लिए विभिन्न गोलाकृतिकता संख्याओं का या इसका विलोम प्राप्त होना यह दर्शाता है कि इन दो चरों—गोलीयता एवं गोलाकृतिकता के मध्य कोई सरल सम्बन्ध नहीं है। इन दोनों के मध्य अन्य किसी प्रकार के सम्बन्ध की सम्भावना की दृष्टि से प्रकीर्ण आरेख (Scatter diagram) तैयार किया गया (चित्र 5) जिसमें X अक्षि में गोलीयता संख्यायें तथा Y-अक्षि में गोलाकृतिकता संख्यायें अंकित हैं।

इन चरों के प्रकीर्ण क्षेत्र से एक दीर्घवृत्त (ellipse) बनता है जिसके केन्द्रों के निर्देशांक 0·76, 0·44 हैं और अर्द्ध वृहत अक्षि 0·31 तथा अर्द्धलघुअक्षि 0·18 पर है। इस दीर्घवृति की अक्षियाँ निर्देशांक अक्षियों के समान्तर हैं। इस वक्र का समीकरण निम्न है।

$$\frac{(x-0{\cdot}76)^2}{(0{\cdot}31)^2}+\frac{(y-0{\cdot}44)^2}{(0{\cdot}18)^2}$$

यह समीकरण बालुओं की गोलीयता-गोलकृतिकता वितरण का विशिष्ट व्यंजक है। इस आरेख से यह विदित होता है कि तलछटों के गोलीयता अंक गोलाकृतिकता संख्याओं की अपेक्षा अधिक सघन हैं। दीर्घवृत्त के निचले अर्द्धभाग में सघनता अधिक है जिससे यह सूचित होता है कि गोलाकृतिकता की संख्याओं के निम्न मान अत्यधिक स्पष्ट हैं। गोलीयता की modal श्रेणी 0·85-0·7 के मध्य है और गोलाकृतिकता की 0·38-0·21 बीच।

सारणी II तथा V की तुलना से निम्न बातें स्पष्ट होती हैं :—

(1) सभी नमूनों में माध्य गोलीयता मान संगत माध्य गोलाकृतिकता मानों से सदैव उच्च हैं।

(2) गोलाकृतिकता की अपेक्षा बालू के नमूनों की गोलीयता अधिक एकरूप है जिसकी पुष्टि प्रकीर्ण आरेख तथा आकृतिकारक तथा गोलाकृतिक गुणकों से होती है।

झीर के कांच बालुओं की तुलना बारगढ़ काँच बालुओं से की जा सकती है।[6] बारगढ़ की बालू प्रधानतः उपकोणीय है जबकि झीर से प्राप्त काँच बालू उपकोणीय से लेकर उपगोलीय तक है। बारगढ़ बालुओं में गोलीयता का परास 0·39 से 0.70 तक है किन्तु प्रस्तुत बालुओं में यह 0·41 से 0·96 तक है। प्रथम प्रकार मे निम्नतर मान होने पर भी सघनता अधिक है किन्तु दूसरे प्रकार में यह मान अत्यन्त उच्च, 0·96 होकर भी अधिक विषमांगता का सूचक है।

कृतज्ञता-ज्ञापन

मैं प्रोफेसर यू० एन० चटर्जी, डीन फैकल्टी आफ साइंस का अत्यन्त कृतज्ञ हूँ जिन्होंने मेरे इस कार्य में सभी प्रकार की सुविधायें प्रदान कीं।

निर्देश

1. सेठी, एम० एल०। "Mineral Resources of Rajasthan" **बुलेटिन** 4, **डिपार्टमेंट आफ माइन्स एण्ड जेयोलाजी, राजस्थान, सरकार,** 1956, पृष्ठ 97।

2. वैडेल, एच०। **जर्न० जेयो०**, 1935, **43**, 310-331।

3. क्रम्बाइन, डब्लू० सी० तथा स्लासे, एल० एल०। Stratigraphy and Sedimentationo **डब्लू एच० फ्रीमैन एण्ड कम्पनी, सैफ्रांसिस्को, कैलीफोर्निया,** 1959, पृष्ठ 81।

4. वर्मा, वी० के०। **जर्न० साइं० रिसर्च**, 1958, **17 B**, 381-82।

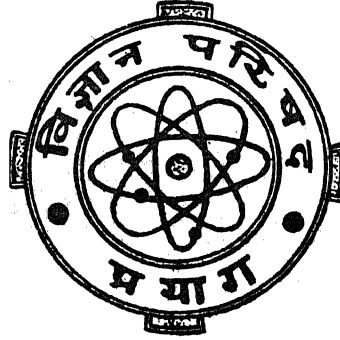
5. पेटीजान, एफ० जे०। Sedimentary Rocks. **हार्पर एड ब्रास, न्यूयार्क,** 1957, पृष्ठ 58-59।

6. मिश्र, आर० सी० तथा सिंह, एस०। **जर्न० साइं० इंड० रिसर्च,** 1952, **11 B**, 136-139।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका

Vijnana Parishad Anusandhan Patrika

[The Research Journal of the Hindi Science Academy]

भाग 9	अप्रैल 1966	संख्या 2
Vol. 9	April 1966	Part II

मूल्य 2 रु० या 5 शि० या 1 डालर
Price Rs. 2 or 5 sh. or $ 1.

विज्ञान परिषद्
प्रयाग

वार्षिक मूल्य 8 रु० या 20 शि० या 3 डालर
Annual Rs. 8 or 20 sh. or $ 3·0

[Vijnana Parishad, Allahabad-2, India]

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 75-80

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 75-80

सिट्रिक अम्ल एवं ऐरोमैटीय हाइड्रोकार्बनों के मिश्रण में नाइट्रोजन का प्रकाश-रासायनिक स्थिरीकरण

कृष्ण बहादुर तथा विनोद कुमार श्रीवास्तव
रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

(प्राप्त–नवम्बर 1, 1965)

सारांश

एक संश्लेषित मिश्रण में, जिसमें कार्बनिक स्रोत सिट्रिक अम्ल था और ऐंथ्रासीन उत्प्रेरक के रूप में था, 0.2990 मिग्रा०/100 मिली० आणविक नाइट्रोजन का स्थिरीकरण देखा गया। जब ऐंथ्रासीन के स्थान पर फ्लोरीन को उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त किया गया तो स्थिरीकृत नाइट्रोजन 0.3310 मिग्रा०/100 मिली० था। नैप्थलीन के प्रयुक्त किये जाने पर यही मान 0.1600 मिग्रा०/100 मिली० प्राप्त हुआ। सभी मिश्रणों में प्रकाश तथा अंधकार दोनों में ही अमीनों अम्लों का निर्माण देखा गया किन्तु प्रकाश में रखे मिश्रण में अमीनो अम्लों की मात्रा अधिक थी।

Abstract

Photochemical fixation of nitrogen in a mixture containing citric acid as the source of carbon and aromatic hydrocarbons anthracene, fluorene and naphthalene as catalysts. *By* Krishna Bahadur and Vinod Kumar Srivastava, Chemical laboratories, University of Allahabad, Allahabad.

In the synthetic mixture containing citric acid as the source of carbon with aromatic hydrocarbon anthracene as catalyst showed 0·2990 mg/100 ml. of fixation of molecular nitrogen. When fluorene was used as catalyst instead of anthracene fixed 0·3310 mg./100 ml of molecular nitrogen. In the similar mixture with naphthalene as catalyst fixed 0·1600 mg/100 ml of molecular nitrogen. All the mixtures showed the formation of amino acids both in light and dark. The amino acids formed in light mixture was more than dark mixture.

नाइट्रोजन के प्रकाश-रासायनिक स्थिरीकरण के समय अमीनो अम्लों के प्रकाशसंश्लेषण की घटना का सर्वप्रथम प्रदर्शन बहादुर तथा सहयोगियों[1] द्वारा उस निर्बीजित जलीय मिश्रण में जिसमें पैराफार्मेल्डीहाइड तथा कोलायडीय मालिब्डनम आक्साइड थे, किया गया। बहादुर तथा अग्रवाल[2] ने विभिन्न अकार्बनिक उत्प्रेरकों के द्वारा आणविक नाइट्रोजन का प्रकाश रासायनिक स्थिरीकरण प्रदर्शित किया।

सन् १९६३ में बहादुर तथा रंगनायकी[3] ने यह सूचित किया कि उस जलीय मिश्रण में जिसमें कार्बन के स्रोत के रूप में टार्टरिक अम्ल प्रयुक्त हुआ था और फ्लोरीन उत्प्रेरक के रूप में था उसे सूर्य प्रकाश द्वारा किरणीभवन करने पर कई अमीनो अम्ल निर्मित हुए। पाण्डेय[4] ने विभिन्न ऐरोमैटीय हाइड्रोकार्बनों को व्यवहृत करते हुए ऐसे ही प्रयोगों द्वारा अमीनो अम्लों के साथ ही पेप्टाइडों का निर्माण होते देखा।

प्रस्तुत शोधपत्र में कतिपय बहुनाभिकीय ऐरोमैटीय हाइड्रोकार्बनों को उत्प्रेरक की भाँति प्रयुक्त करते हुए नाइट्रोजन के प्रकाश-रासायनिक स्थिरीकरण एवं अमीनों अम्लों के प्रकाश-संश्लेषण में उनके प्रभावों का अध्ययन दिया गया है। जिन तीन ऐरोमैटीय हाइड्रोकार्बनों का प्रयोग किया गया वे हैं ऐंथ्रासीन, नैप्थलीन तथा फ्लोरीन। मिश्रण में सिट्रिक अम्ल को कार्बन स्रोत के रूप में व्यवहृत किया गया।

प्रयोगात्मक

प्रयोगों के लिए विशुद्ध सिट्रिक अम्ल एवं उत्प्रेरक चुने गये। सभी मिश्रणों को पूर्ण काँच यन्त्र में तैयार किये गये आसवित जल में बनाया गया।

अनुप्रभाव के लिए संश्लिष्ट मिश्रण की तैयारी

निम्न संघटन वाले नौ मिश्रणों को 250 मिली० के पलिघों में प्रत्येक सेट के लिए तैयार किया गया:—

सिट्रिक अम्ल	1.000 ग्राम
उत्प्रेरक	0.020 ग्राम
जल	100 मिली०

इन पलिघों को शल्य रुई की ढाठ से बन्द करके 15 पौंड दाब पर 30 मिनट तक निर्बीजित किया गया। इन पलिघों के मुहों को पालीथीन तथा चिपकने वाले फीते से बन्द कर दिया गया। प्रत्येक सेट के चार पलिघों को काले कपड़े की कई परतों से आच्छादित किया गया, चार अन्य पलिघों को बिना आच्छादित किये छोड़ दिया गया और शेष एक पलिघ को नियन्त्रण के रूप में रखा गया। प्रतिदिन 8 घंटे तक सूर्य प्रकाश में रखते हुए 300 घंटों के अनुप्रभाव के पश्चात् संश्लिष्ट मिश्रण को आणविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण ज्ञात करने के लिए जेल्डाल विधि द्वारा विश्लेषित किया गया।

अमीनो अम्लों की पहचान द्वि-मार्गी आरोही पत्र क्रोमैटोग्राफीय विधि द्वारा की गई। पेप्टाइडों की पहचान के लिए मिश्रण को पहले *IN* HCl द्वारा जलविश्लेषित कर लिया गया और फिर क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण करके रचक अमीनों अम्लों के धब्बे ज्ञात किये गये। जिन विलायकों का व्यवहार हुआ वे थे फीनोल: जल (80 : 20) तथा ब्यूटैनाल : एसीटिक अम्ल : जल (120 : 30 : 50)। व्यक्तकारी अभिकर्मक के रूप में 0.2% निनहाइड्रिन विलयन से सिक्त व्हाटमैन न०1 फिल्टर पत्र प्रयुक्त हुआ। जलविश्लेषण की क्रिया *IN* HCl के द्वारा सील की हुई उदासीन कठोर काँच की नली में 24 घंटे तक उबलते हुए जल में रखकर सम्पन्न की गई। जलविश्लेषित मिश्रण को निर्वात डेसीकेटर में सुखाया गया।

विवेचना

जिस मिश्रण में कार्बन स्रोत के रुप में सिट्रिक अम्ल था और उत्प्रेरक के रूप में ऐंथ्रासीन था उसमें 300 घंटे तक सूर्य प्रकाश के अनुप्रभाव के पश्चात् प्रति 100 मिली० में 10.2990 मिग्रा० नाइट्रोजन का स्थिरीकरण देखा गया। इसी मिश्रण के क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण से जल अविश्लेषित तथा जल विश्लेषित दोनों ही अवस्थाओं में अमीनो अम्लों के पाँच निनहाइड्रिन धब्बे प्राप्त हुए। पहचान करने पर यह अमीनो अम्ल ऐस्पैटिक अम्ल, ग्लुटैमिक अम्ल, वैलीन, ल्यूसीन निकले तथा एक बिना पहचान किया धब्बा भी मिला।

बिना अनुप्रभावित मिश्रण में जलविश्लेषित तथा जल अविश्लेषित दोनों ही दशाओं में तीन अमीनो अम्लों के धब्बे प्राप्त हुए जो पहचान के बाद ऐस्पैटिक अम्ल, ग्लुटैमिक अम्ल तथा वैलीन सिद्ध हुए।

फ्लोरीन को उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त करने पर उपयुक्त दशाओं में 0.3310 मिग्रा० नाइट्रोजन स्थिर हुआ। अनुप्रभावित मिश्रण के क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण से जिन पाँच अमीनो अम्लों के धब्बे देखे गये। उनकी पहचान करने पर ग्लुटैमिक अम्ल, वैलीन, सेरीन, हाइड्राक्सिप्रोलीन तथा अनपहचाना धब्बा निकले। बिना अनुप्रभावित मिश्रण से तीन निनहाइड्रिन धब्बे प्राप्त हुए जिनकी पहचान करने पर वे ग्लुटैमिक अम्ल, वैलीन तथा हाइड्राक्सिप्रोलीन के निकले।

नैप्थलीन को उत्प्रेरक की भाँति प्रयुक्त करने पर उन्हीं दशाओं में 0.1600 मिग्रा० नाइट्रोजन स्थिर हुआ। अनुप्रभावित मिश्रण के क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण से जलविश्लेषित एवं जलअविश्लेषित दोनों ही दशाओं में चार निनहाइड्रिन धब्बे देखे गये जिनकी पहचान करने पर वे ग्लुटैमिक अम्ल, वैलीन, ल्यूसीन तथा अनपहचाना धब्बा निकले। बिना अनुप्रभाव वाले मिश्रण में जिन तीन अमीनो अम्लों के धब्बे देखे गये वे पहचान करने पर ग्लुटैमिक अम्ल, वैलीन तथा सिरीन सिद्ध हुए।

इन परिणामों से यह स्पष्ट हो जाता है कि नाइट्रोजन स्थिरीकरण में ऐरोमैटीय हाइड्रोकार्बन अत्यन्त सक्षम हैं। उनकी क्षमताओं में निम्न क्रम पाया गया :—

फ्लोरीन > ऐंथ्रासीन > नैप्थलीन

सारणी 1

प्रयुक्त उत्प्रेरक—ऐंथ्रासीन

ताप में परिवर्तन 22°-40° से० अनुप्रभाव काल 300 घंटे

क्रमांक	दशा	मिश्रण से निस्सृत अमोनिया के उदासीनीकरण के लिए आवश्यक N/46·6 H_2SO_4 का आयतन (मिली०)	सांख्यिकीय माध्य	मिश्रण में उपस्थित नाइट्रोजन (मिग्रा०)	प्रकाश द्वारा स्थिर नाइट्रोजन (मिग्रा०)
1	प्रकाश	6·20			
2		6·20	6·25±0·0498	1·9229±0·0014	
3		6·40			
4		6·20			+0.2990
5	अंधकार	5·40	5·4±0·0816	1·6230±0·0816	
6		5·20			
7		5·60			
8		5·40			
9	नियंत्रण	3·30		1·5920	

टिप्पणी (1) 100 मिली० मिश्रण में प्रकाश में स्थिर नाइट्रोजन =0·2990 मिग्रा०

(2) मध्यम अनुमापन मान 0.85 से सार्थकता गुणक 0·2875 न्यून है अतः यह फल सांख्यकीय रूप से सार्थक है

क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण

अनुप्रभावित मिश्रण

जल अविश्लेषित : ऐस्पैर्टिक अम्ल+ग्लुटैमिक अम्ल+वैलीन+ल्यूसीन+बिना पहचाना धब्बा।

जल विश्लेषित : ऊपर की ही भाँति।

अन अनुप्रभावित मिश्रण

जल अविश्लेषित : ऐस्पैर्टिक अम्ल+ग्लुटैमिक अम्ल+वैलीन

जल विश्लेषित : ऊपर की भाँति।

नियन्त्रण पलिघ में कोई धब्बे नहीं मिले।

सारणी 2

प्रयुक्त उत्प्रेरक—फ्लोरीन

शेष दशायें सारणी 1 की भाँति

क्रमांक 1	दशा 2	मिश्रण से निस्सृत अमोनिया के उदासीनीकरण के लिए आवश्यक N/46·6 H_2SO_4 का आयतन (मिली०) 3	सांख्यिकीय माध्य 4	मिश्रण में उपस्थित नाइट्रोजन (मिग्रा०) 5	प्रकाश द्वारा स्थिर नाइट्रोजन (मिग्रा०) 6
1	प्रकाश	5·50	5·52±0·0629	1·6590±0·0189	
2		5·40			+0·3310
3		5·20			
4		5·50			
5	अंधकार	4·40	4·42±0·0476	1·2280±0·0143	
6		4·50			
7		4·50			
8		4·30			
9	नियन्त्रण	4·30		1·2920	

टिप्पणी: (1) 100 मिली० मिश्रण में प्रकाश में स्थिर नाइट्रोजन=0·3310 मिग्रा०।

(2) सार्थकता गुणक 0·2374 है जो माध्य अनुमापन मान से न्यून है अतः परिणाम सांख्यिकीय रूप से सार्थक हैं।

क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण

अनुप्रभावित मिश्रण

जल अविश्लेषित : ग्लुटैमिक अम्ल+सेरीन+वैलीन+हाइड्राक्सि प्रोलीन+अनपहचाना धब्बा।

जल विश्लेषित : ग्लुटैमिक अम्ल+सिरीन+वैलीन+हाइड्राक्सि प्रोलीन+अनपहचाना धब्बा।

अन अनुप्रभावित मिश्रण

जल अविश्लेषित : ग्लुटैमिक अम्ल+वैलीन+हाइड्राक्सि प्रोलीन।

जल विश्लेषित : ग्लुटैमिक अम्ल+वैलीन+हाइड्राक्सि प्रोलीन।

नियन्त्रण पलिघ में कोई धब्बा नहीं मिला।

सारणी 3

प्रयुक्त उत्प्रेरक—नैप्थलीन

शेष दशायें पूर्ववत्

1	2	3	4	5	6
1	प्रकाश	7·70			
2		7·70	7·80±0·0408	2·344±0·0122	
3		7·80			
4		7·80			+0·1600
5	अंधकार	7·20	7·27±0·0251	2·1840±0·0075	
6		7·30			
7		7·30			
8		7·30			
9	नियन्त्रण			2·1330	

टिप्पणी (1) 100 मिली० मिश्रण में स्थिर नाइट्रोजन=0·1600 मिग्रा०

(2) सार्थकता गुणक 0·1438 है जो माध्य अनुमापन मान 0·53 से न्यून है अतः सांख्यिकीय रूप से फल सार्थक है।

क्रोमैटोग्राफीय विश्लेषण

अनुप्रभावित मिश्रण

जल अविश्लेषित : ग्लुटैमिक अम्ल+वैलीन+ल्यूसीन+अनपहचाना धब्बा।

जल विश्लेषित : उपरिवत्।

अन अनुप्रभावित मिश्रण

जल अविश्लेषित : ग्लुटैमिक अम्ल + वैलीन + ल्यूसीन ।

जल विश्लेषित : उपरिवत् ।

नियन्त्रण पलिघ में कोई धब्बे नहीं मिले ।

निर्देश

1. बहादुर, के०, रंगनायकी, एस० तथा सेंटामेरिया, एल० । **नेचर**, 1958, **182**, 1668 ।
2. अग्रवाल, के० एम० एल० । **डी० फिल० थीसिस, इलाहाबाद विश्वविद्यालय,** 1963.
3. बहादुर, के० तथा रंगनायकी, एस० । **जर्न० जन० केमि०,** 1963, **33.**
4. पाण्डेय, आर० एस० । **डी० फिल० थीसिस, इलाहाबाद विश्वविद्यालय,** 1964

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 81-85

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 81-85

1:1 थोरियम-अमोनियम ऑरिन ट्राइ कार्बोक्सिलेट कीलेट

सत्येन्द्र पी० संगल

रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय

[प्राप्त—नवम्बर 10, 1965]

सारांश

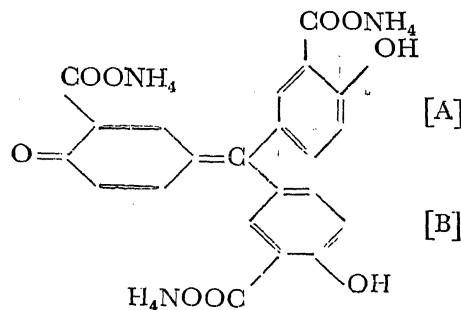
पी-एच 5.0 पर थोरियम तथा अमोनियम आरिन ट्राइ कार्बोक्सिलेट (λ महत्तम 540 $m\mu$) के मध्य लाल रंग के कीलेट का बनना देखा गया है। मोल अनुपात विधि एवं ढाल अनुपात विधि द्वारा इस कीलेट का संघटन 1 : 1 (धातु : कीलेटीकारक) पाया गया। 25° पर लघु K का मान मोल अनुपात विधि से 5·0 प्राप्त हुआ। यह कीलेट पी-एच 4·0 तथा 7·5 के मध्य स्थायी है।

Abstract

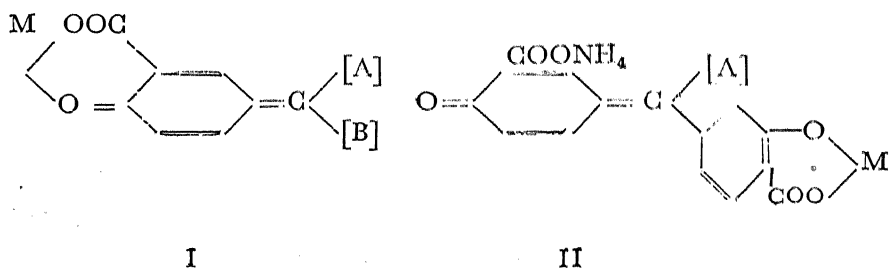
1:1 thorium-ammonium aurin tricarboxylate chelate *By* Satendra P. Sangal, Chemistry Department, University of Allahabad.

Formation of a pink coloured chelate between thorium and ammonium aurin tri carboxylate (λ max 540 $m\mu$) has been reported at pH 5.0. The Composition of the chelate as determined by the mole ratio method and the slope method is 1:1 (metal : chelating agent). The value of log K has been determined by mole ratio method and is 5·0 at 25°. The chelate is stable between pH 4·0 and 7·5.

अमोनियम ऑरिन ट्राइ कार्बोक्सिलेट का प्रयोग रंगमापी अभिकर्मक के रूप में ऐल्युमिनियम के निश्चयन के लिये होता रहा है जिससे इसका नाम ऐल्युमिनान रखा गया। इस अभिकर्मक को निम्न संरचना प्रदान की गई है :

$COONH_4$ OH [A]
$COONH_4$
O= =C
[B]
H_4NOOC OH

इस संरचना से स्पष्ट है कि किलेटीकरण के लिए दो सम्भावित स्थितियाँ हैं–(I) कार्बोक्सिलीय तथा क्विनायड आक्सिजनों के मध्य तथा (II) फीनोलिक एवं कार्बोक्सिलीय आक्सिजनों के मध्य

M OOC [A] COONH$_4$ [A] O = =C O= =C O M [B] COO

I II

जब I के अनुसार किलेटीकरणहोता है तो पी-एच में कोई परिवर्तन नहीं होता किन्तु जब II के अनुसार किलेटीकरण होता है तो पी-एच में पर्याप्त परिवर्तन अर्थात् पी-एच ह्रास होता है।

मुकर्जी तथा डे[1] ने एक लाल रंग के कीलेट निर्माण की सूचना दी जिसमें उसके संघटन को केवल शतत विचरण विधि द्वारा ज्ञात किया गया था। इसकी पुष्टि के लिए थोरियम ऐल्युमिनान कीलेट का अध्ययन प्रारम्भ किया गया। प्रस्तुत अध्ययन में कीलेट के संघटन का निश्चयन यो तथा जोन्स की विधि एवं हार्वे तथा मैनिंग की विधि द्वारा किया गया। पूर्ववर्ती कार्यकर्त्ताओं ने थोरियम-ऐल्यूमिनान कीलेट की निम्न संरचना निर्धारित की है :

Th OOC O = [A] = C [B]

कार्बोक्सिलीय एवं क्विनायड आक्सिजनों के मध्य जो किलेटीकरण हुआ उसकी पुष्टि किलेटीकरण के पूर्व तथा पी-एच मापन द्वारा की गई जिसमें पी-एच में कोई परिवर्तन नहीं पाया गया।

प्रयोगात्मक

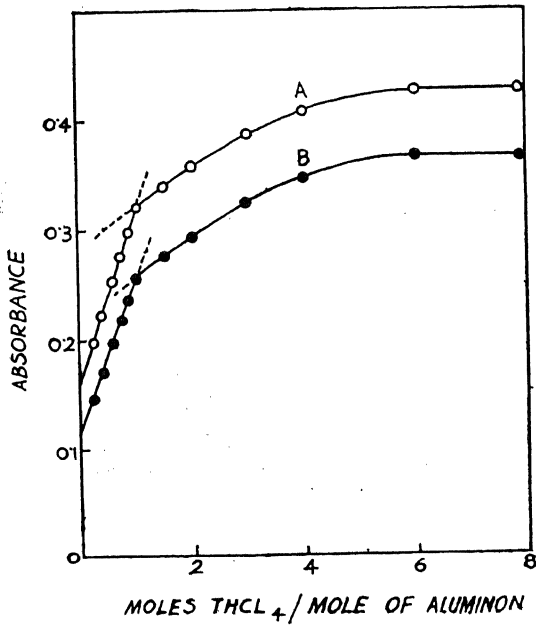
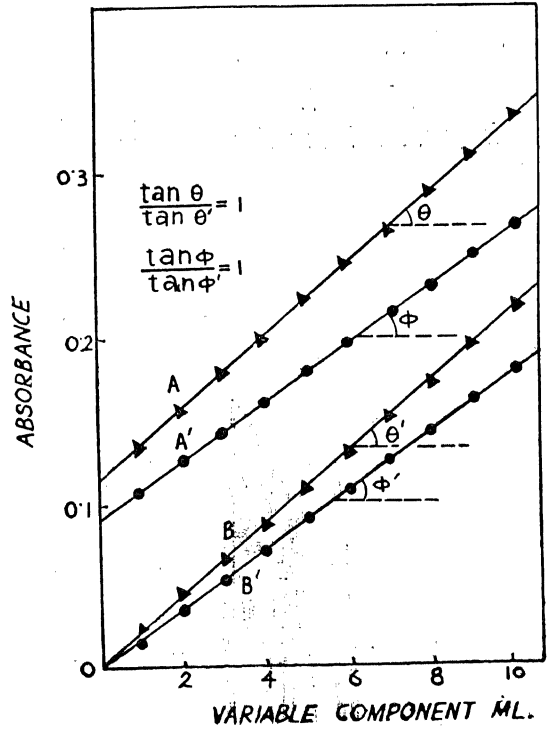
अवशोषण मापनों के लिए यूनीकैम एस-पी 500 स्पेक्ट्रोफोटोमापी का व्यवहार किया गया जो 200 V/50 चक्र प्रत्यावर्ती धारा से सम्बद्ध था। सभी प्रेक्षण जलके नियंत्रण प्रयोग का उपयोग करते हुए 10 मिमी० के काँच सेलों में सम्पन्न हुए। पी-एच का मापन लीड्स तथा नार्थ्रप पी-एच मापी द्वारा काँच कैलोमेल इलेक्ट्रोडों के साथ किया गया।

अमोनियम आरिन ट्राइकार्बोक्सिलेट (ऐल्यूमिनान) का संग्रह विलय विशुद्ध नमूनों को आसवित जल में घोल कर तैयार किया गया। थोरियम क्लोराइड को जल में घोलकर उसका प्रमाणीकरण सामान्य विधि द्वारा किया गया। विभिन्न तनुताओं के विलयन उपयुक्त तनूकरण द्वारा प्राप्त किए गए।

सभी प्रयोग 25° वाले वायु नियन्त्रित कक्ष में सम्पन्न किए गए। सभी मिश्रणों को पी-एच 5·0 पर स्थिर रखा गया और प्रत्येक दशा में आयतन 25 मिली० रखा गया।

विवेचना

कीलेट का अवशोषण स्पेक्ट्रा : लाल रंग के कीलेट का λमहत्तम 540 $m\mu$ प्राप्त हुआ जिसे वोसबर्ग तथा कूपर[2] की विधि से निश्चित किया गया। इस अभिकर्मक का उच्चिष्ट अवशोषकता 520 $m\mu$ पर स्थित है अतः यह निश्चित पाया गया कि अध्ययन की दशाओं में केवल एक संकर बना।

कीलेट का संघटन : कीलेट के संघटन का निश्चयन यो तथा जोन्स[3] की विधि (मोल अनुपात विधि) एवं हार्वे तथा मैनिंग[4] की विधि (ढाल अनुपात विधि) द्वारा अवशोषकता परिमापन करके किया गया तथा धातु कीलेटीकारक के मध्य 1 : 1 आणविक अनुपात प्राप्त हुआ (चित्र 1 तथा 2)। अतः कीलेट का सूत्र Th (Aluminon) लिखा जा सकता है। ये परिणाम मुकर्जी तथा डे[1] के परिणामों के अनुरूप हैं।

चित्र 1

चित्र 2

स्थायित्व स्थिरांक (लघु K) का परिगणन

स्थायित्व स्थिरांक ज्ञात करने के लिए यो तथा जोन्स कि विधि प्रयुक्त की गई जिसमें वियोजन की मात्रा का उपयोग किया गया। प्रस्तुत अध्ययन द्वारा प्राप्त मानों की तुलना पूर्ववर्ती कार्यकर्ताओं द्वारा प्राप्त मानों से की गई है जो सारणी 1 में अंकित हैं।

सारणी १

स्थायित्व स्थिरांक (लघु K)

प्रयुक्त विधि	25° पर लघु K	विशेष
डे तथा अन्य सहयोगी	5·04±0·2	पूर्ववर्ती कार्य
मोल अनुपात	5·00±0·4	प्रस्तुत कार्य

कीलेट के स्थायित्व पर पी-एच का प्रभाव

कीलेट का λ महत्तम, 540 $m\mu$ पी-एच० 4·0 तथा 7·5 के मध्य ठीक उतरता है अतः इसी पी-एच परास में यह कीलेट स्थायी है।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक डा० ए० के० दे के प्रति कृतज्ञ है जिन्होंने इस कार्य की प्रगति में योग दिया।

निर्देश

1. मुकर्जी, ए० के० तथा दे, ए० के०। **जर्न० साइं० इण्डस्ट्रि० रिसर्च**, 1958, 17B, 312।
2. वास्बर्ग, डब्लू०सी० तथा कूपर, जी० आर०। **जर्न० अमे० केमि० सोसा०**, 1941, **63**, 437; 1942, **64**, 1630।
3. यो, जे० एच० तथा जोन्स, ए० एल०। **इण्ड० इंजी० केमि० (एना० संस्करण)**, 1944, **61**, 111।
4. हार्वे, ए०ई० तथा मैनिंग, डी०एल०। **जर्न० अमे० केमि० सोसा०**, 1950, **72**, 4488; 1952, **74**, 4744।

चित्र परिचय

चित्र 1. पी-एच 5·0 पर मोल-अनुपात विधि द्वारा कीलेट का संघटन

वक्र A : ऐल्यूमिनॉन की अन्तिम सान्द्रता $1{\cdot}0\times10^{-4}M$

वक्र B : ,, ,, $8{\cdot}0\times10^{-5}M$

चित्र 2. ढाल अनुपात विधि द्वारा कीलेट का संघटन

10 मिली० $(4{\cdot}0\times10^{-4}M)$ अवयव $+x$ मिली० $1{\cdot}33\times10^{-4}M$

परिवर्तनशील अवयव $+(15-x)$ मिली० H_2O।

*540$m\mu$ वक्र AA' ऐल्यूमिनॉन का आधिक्य

*550$m\mu$ वक्र BB' थोरियम क्लोराइड का आधिक्य

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 87-89

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, 9, 87-89

फेगोनिया क्रेटिका पौधे का रासायनिक परीक्षण, भाग 1

के० पी० तिवारी, ए० पी० गुप्त तथा एस० पी० टण्डन

रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

[प्राप्त—फरवरी 8,1966]

सारांश

फेगोनिया क्रेटिका पौधे के ऐलकोहलीय निष्कर्ष को ठंडा करने पर एक पदार्थ प्राप्त हुआ जो सेरिल ऐलकोहल निकला। वसा से प्राप्त साबुनीकृत न हो सकने वाले पदार्थ का विस्तृत अध्ययन किया गया। इस पदार्थ में β सीटोस्टेरॉल तथा नार्मल ट्राइएकोण्टैनॉल पाये गये।

Abstract

Chemical examination of plant "Fagonia cretica." Part I. *By* K. P Tiwari, A. P. Gupta and S. P. Tandon , Chemical Laboratories, University of Allahabad , Allahabad.

The hot ethanolic extract of the plant 'Fagonia cretica' on cooling gave a product which has been found to be ceryl alcohol. The non-saponifiable matter obtained from the fat has been studied in detail and found to contain β sitosterol and *n*-tria-contanol.

फेगोनिया क्रेटिका लिन [1, 2] (हिन्दी-दमहन, प्राकृतिक गण ज़ाइगो फाइलेसी) कड़ी शाखाओं वाली एक काँटेदार झाड़ी होती है। यह पौधा वात रोगों, दमा, जिगर की खराबी, दाँतों के दर्द तथा मुखार्ति में लाभदायक है। इसके औषधि महत्व को दृष्टि में रखते हुए इसका रासायनिक परीक्षण किया गया और इससे प्राप्त कुछ पदार्थों का इस शोध लेख में वर्णन किया गया है।

प्रयोगात्मक

वायु में सुखाये, चूर्ण किये हुये पौधों (५कि०ग्राम) को पूर्णरूप से इथेनॉल से निष्कर्षित किया गया। ऐलकोहलीय निष्कर्ष को रात भर रखने पर एक निक्षेप प्राप्त हुआ। निक्षेप को छानकर ठंडे इथेनॉल से धोया गया। गर्म इथेनॉल में इसे पुनः धोया गया। विलयन में जन्तु चारकोल मिलाकर आधे घंटे तक उबाला गया और फिर इसे गरम पानी की कीप में से छाना गया। छनित को ठंडा

करने पर एक पदार्थ प्रात हुआ जिसे कई बार क्रिस्टलीकृत करने पर एक शुद्ध पदार्थ (गलनांक 80°) प्राप्त हुआ (लब्धि 3·5 ग्राम)। इस यौगिक में न तो फास्फोरस, हैलोजन, नाइट्रोजन तथा सल्फर थे और न इसने अम्ल, एल्डीहाइड, कीटोन, लेक्टोन अथवा स्टेरॉल का ही कोई परीक्षण दिया।

पदार्थ का प्रारम्भिक विश्लेषण करने पर निम्न फल प्राप्त हुआ।

C=81·71% , H=14·2% : अणुभार=402.

$C_{27}H_{56}O$ अणुसूत्र वाले यौगिक के लिये आवश्यक है :

C=81·8% , H=14·12% ; अणुभार=396.

यौगिक ने एक मोनोऐसीटेट बनाया जिसका गलनांक 67° था। मिश्रित गलनांक तथा इन्फ्रारेड वर्णक्रम के अध्ययन से यह सेरिल ऐलकोहल पाया गया। इन्फ्रारेड वर्णक्रम में इसने 3495cm^{-1} 2880cm^{-1}, 2800cm^{-1}, 1470cm^{-1} तथा 725cm^{-1} पर अवशोषण शिखर प्रदर्शित किये।

वसा के साबुनीकृत न होने वाले पदार्थ का परीक्षण :

सेरिल ऐलकोहल को पृथक करने के बाद ऐलकोहलीय निष्कर्ष को सान्द्रित किया गया और इस प्रकार प्राप्त अवशेष को पेट्रोलियम ईथर (40-60°) से अभिकृत किया गया। विलायक को आसवित कर देने के बाद एक वसा प्राप्त हुई। साधारण रीति से वसा का साबुनीकरण किया गया। साबुनीकृत न हो सकने वाले पदार्थ को साबुन के जलीय विलयन को ईथर से हिलाकर पृथक किया गया। विलायक को आसवित करने के पश्चात् एक हलका पीला अवशेष प्राप्त हुआ। अवशेष को गर्म मेथिनॉल से अभिकृत किया गया। इसके मेथिनॉलीय निष्कर्ष को उसके आधे आयतन तक सान्द्रित किया गया और रात भर के लिये रख दिया गया। इस प्रकार एक निक्षेप प्राप्त हुआ जिसे छानकर छनित को सान्द्रित किया गया।

(अ) निक्षेप का अध्ययन :

निक्षेप को बेंजीन-पेट्रोलियम ईथर के मिश्रण (8 : 2) में घोला गया और इसको सिलिका जेल के ऊपर वर्णलेखित किया गया। पहले पेट्रोलियम ईथर तथा बाद में पेट्रोलियम, ईथर-बेंज़ीन मिश्रण(2:6) से धोने के पश्चात् एक **क्रिस्टलीय** पदार्थ (गलनांक 85°) प्राप्त हुआ। इस पदार्थ ने बर्चर्ड-लीवरमैन अभिक्रिया नहीं दी जिससे प्रदर्शित हुआ कि यह स्टेरॉल नहीं है। इसके विश्लेषण से

C=82·09% , H=14·31% अणुभार=428.

किन्तु $C_{30}H_{62}O$ के लिये आवश्यक है,

C=82·19%, H=14·16%, अणुभार=438.

इस पदार्थ का ऐसीटेट (गलनांक 77°) तथा इसके इन्फ्रारेड वर्णक्रम (3400 cm^{-1}, 2970cm^{-1}, 2800 cm^{-1}, 1460 cm^{-1} पर अवशोषण शिखर) के अध्ययन से पाया गया कि यह ज्ञात

पदार्थ **नार्मल ट्राइएकोण्टानॉल** (गलनांक 86°) है। क्रोमिक अम्ल से अक्सीकृत करने पर इस पदार्थ ने नार्मल ट्राइएकोंण्टानिक अम्ल (गलनांक 91°) बनाया।

(ब) **मेथिनॉलीय निष्कर्ष का अध्ययन** (β सीटोस्टेरॉल) :

मेथिनॉलीय निष्कर्ष को सान्द्रित करने के पश्चात्, उदासीन एल्युमिना के ऊपर वर्णलेखित किया गया। बेंज़ीन पेट्रोलियम ईथर (2:9) के मिश्रण से धोने पर एक क्रिस्टलीय पदार्थ (गलनांक 132-134°) प्राप्त हुआ जिसने स्टेरॉल के लिये बर्वर्ड-लीवरमैन अभिक्रिया दी। इसके विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि

$$C=83{\cdot}98\%,\ H=12{\cdot}28\%\ \text{अणुभार}=410,\ \left[\alpha\right]_D^{30}=-35{\cdot}2$$

किन्तु $C_{29}H_{50}O$ के लिये आवश्यक है

$$C=84{\cdot}05\%,\ H=12{\cdot}07\%,\ \text{अणुभार}=414,\ \left[\alpha\right]_D^{30}=-36{\cdot}6$$

इस पदार्थ ने एक ऐसीटेट बनाया जिसका गलनांक 126° था। इसमें

$$C=81{\cdot}62\%,\ H=11{\cdot}36\%$$

किन्तु $C_{31}H_{52}O_2$ के लिये आवश्यक है

$$C=81{\cdot}57\%,\ H=11{\cdot}4\%$$

इन्फ्रारेड वर्णक्रम, इसके प्रामाणिक नमूने के इन्फ्रारेड वर्णक्रम के समान था (वर्णक्रम में 3500 cm^{-1}, 1640 cm^{-1}, 1470 cm^{-1} तथा 1445 cm^{-1} पर अवशोषण शिखर दिये)।

निर्देश

1. चोपड़ा, आर० एन०, नायर, एस० एल० तथा चोपड़ा, आई० सी०। **ग्लौसरी आफ इण्डियन मेडिसिनल प्लाँट्स (सी० एस० आई० आर० नई दिल्ली)**, 1956, संस्करण, पृष्ठ **116**।
2. कीर्तिकर, के० आर० तथा बासू, बी० डी०। **इण्डियन मेडिसिनल प्लाँट्स**, 1935 अंक I 426-428।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका,
1966, **9**, 91-93

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, 9, 91-93

आत्मव्युत्क्रम फलनों की अष्टियों पर

वी० वी० एल० एन० राव

भोलकपुर (सिकन्दराबाद), आंध्र प्रदेश

हम उस फलन $f(x)$ को R_μ [3] कहते हैं जिसे सूत्र

$$f(x)=\int_0^\infty \mathcal{J}_\mu(xy)\,f(y)\sqrt{(xy)}\,dy, \tag{1·1}$$

से व्यक्त किया जाता है जिसमें $\mathcal{J}_\mu(x)$ एक बेसिल फलन है। $\mu=\frac{1}{2}$ और $-\frac{1}{2}$ होने पर $f(x)$ के लिए क्रमशः R_s और R_c लिखते हैं।

स्लेटर [6] ने सिद्ध किया है कि

$$\int_0^\infty e^{-kt}\,t^{(b-1)}\,{}_1F_1(a;\,b;\,kt)\,{}_1F_1(a';\,b';\,kt)\,dt$$

$$=\frac{k^{-b}\Gamma(b)\Gamma(b')\Gamma(b'-a'-b)\Gamma(a'-a)}{\Gamma(b'-a')\Gamma(b'-b)\Gamma(1+a'-a+b'-b)\Gamma(a)}$$

जिसमें $R(b)>0,\ R(k)>0$ तथा $R(1+a'-a)>0$ . . . (1·1)

$b=\frac{1}{2}$ रखने पर हम देखते हैं कि

$$\int_0^\infty e^{-kt}\,\frac{1}{\sqrt{(t)}}\,{}_1F_1(a;\,\tfrac{1}{2};\,kt)\,{}_1F_1(a';\,b';\,kt)\,dt$$

$$=\frac{1}{\sqrt{(k)}}\,\frac{\Gamma(\frac{1}{2})\Gamma(b')\Gamma(b'-a'-\frac{1}{2})\Gamma(a'-a)}{\Gamma(b'-a')\Gamma(b'-\frac{1}{2})\Gamma(1+a'-a+b'-\frac{1}{2})\Gamma(a)}, \tag{1·3}$$

जिसमें $R(k)>0$ और $R(1+a'-a)>0$.
व्रजमोहन [1] ने सिद्ध किया है कि

फलन $\frac{1}{\sqrt{(x)}}$,

R_μ है। अतएव (1·3) और (1·4) से हम प्राप्त करते हैं कि अष्टि

$$e^{-x}\,{}_1F_1(a;\tfrac{1}{2};x)\,{}_1F_1(a';b';x), \qquad \ldots \quad (1\cdot5)$$

R_μ से R_ν में परिवर्त करता है यदि $R(1+a'-a)>0$. । $a=0$ होने पर $(1\cdot5)$ में दिया फलन

$$e^{-x}\,{}_1F_1(a':b';x), \qquad \ldots \quad (1\cdot6)$$

होता है जिसमें $R(1+a')>0$. । इसके अतिरिक्त कुमर का सूत्र प्रयोग करने पर हम प्राप्त करते हैं कि अष्टि

$${}_1F_1(b'-a';b';-x), \qquad \ldots \quad (1\cdot7)$$

R_μ से R_ν में परिवर्त करता है यदि $R(1+a')>0$.

यदि $b'=1+a'$ हो तो हम देखते हैं कि $(1\cdot7)$ का फलन

$${}_1F_1(1;1+a';-x), \qquad \ldots \quad (1\cdot8)$$

होता है। इसके अतिरिक्त $a'=p-\frac{1}{2}$ होने पर हम देखते हैं कि अष्टि

$${}_1F_1(1;\tfrac{1}{2}+p;-x) \qquad \ldots \quad (1\cdot9)$$

R_μ से R_ν में परिवर्त करता है यदि $p>-\frac{1}{2}$. $\mu=(p-1)$ और $\nu=p$ होने पर यह विदित होता कि अष्टि

$${}_1F_1(1;\tfrac{1}{2}+p;-x), \qquad \ldots \quad (1\cdot10)$$

$R_{\mu-1}$ से R_p में परिवर्त करता है जिसे मैं ने एक पिछले अभिपत्र [5] में सिद्ध किया है। इसके अतिरिक्त $(1\cdot9)$ में $p=\frac{1}{2}$ रखने पर हम देखते हैं कि फलन

$${}_1F_1(1;1;-x)=e^{-x}, \qquad \ldots \quad (1\cdot11)$$

R_μ से R_ν में परिवर्त करता है। इस गुण से हम देखते हैं कि अष्टि

$$\qquad \ldots \quad (1\cdot12)$$

R_s से R_c में भी परिवर्त करता है जिसे ब्रजमोहन ने [2] सिद्ध किया है।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक डा० व्रजमोहन का आभारी हैं जिन्होंने इस कार्य का निर्देशन किया।

निर्देश

1. ब्रजमोहन — "A brief history of self reciprocal function" **जर्न० इण्डि० मैथ० सोसा०**, (New Series) 1, (7) 1935, p. 211.

2. वही। — "A Class of Kernels" **जर्न० बनारस हिन्दू विश्व०, रजत जयंती अंक** 1942, पृष्ठ 134-37.

3. हार्डी, जी० एच० तथा टिश्मार्श, ई० सी०। — "Self Reciprocal functions" **क्वार्ट० जर्न० मैथ० (आक्सफोर्ड सिरीज)** भाग 1, 1930, पृष्ठ 196—231.

4. राव, वी० वी० एल० एन०। — "On certain Kernel functions" **गणित,** 1958 भाग 1, संख्या 9, पृष्ठ 39.

5. वही। — "On Kernels of Self reciprocal functions" **प्रेस में।**

6. स्लेटर, एल० टी०। — "Confluent Hypergeometric functions" (**कैम्ब्रिज**), 1960.

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 95-98

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 95-98

ओल्डिन लैण्डिया बाइफ्लोरा का रासायनिक परीक्षण-II

भुवन चन्द्र जोशी

रसायन विभाग, प्रयाग विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

[प्राप्त--मार्च, 1966]

सारांश

ओल्डिन लैण्डिया बाइफ्लोरा पौधे से एक श्वेत पदार्थ ($C_{36}H_{68}O_2$) पृथक किया गया। यौगिक के लिये एक संरचना प्रस्तावित की गई है।

Abstract

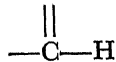
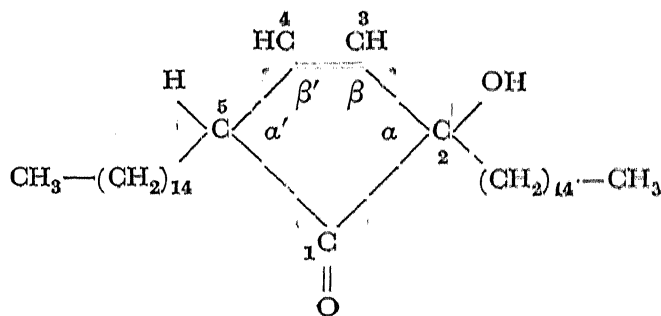
Chemical examination of Oldenlandia biflora-II *By* Bhuwan C. Joshi, Chemical Laboratories, University of Allahabad, Allahabad.

A white substance ($C_{36}H_{68}O_2$) was isolated from the plant Oldenlandra biflora. A tentative structure for the compound has been suggested.

ओल्डिन लैण्डिया बाइफ्लोरा (पित्तपापरा), प्राकृतिक गण 'रुबिऐसी' आमाशय सम्बन्धी विकार के साथ ज्वर, उत्येप्यता तथा तंत्रिका अवनमन के उपचार में उपयोग होता है। पूर्व कार्यकर्ताओं 1-3 में पौधे से प्राप्त एल्कलाइडों तथा एक उच्च ऐल्कोहल का विस्तृत अध्ययन किया था। पौधे से एल्कलाइडों का निष्कर्षण करते समय गरम ऐल्कोहलीय निष्कर्ष को ठंडा करने पर श्वेत पदार्थ प्राप्त हुआ। अशुद्ध पदार्थ से स्तम्भ वर्णलेखीय पृथक्करण द्वारा तीन पदार्थ प्राप्त हुए। तीन पदार्थ (A, B तथा C) गरम ऐल्कोहल से पुन: क्रिस्टलित किये गये: A-गलनांक 75-76°[2-3] B-गलनांक 81-82°[2] तथा C-गलनांक 84·3-84·8°।

श्वेत पदार्थ 'C'($C_{36}H_{68}O_2$) साधारण विधियों द्वारा एसिटिलीकृत नहीं किया जा सका। परालाल वर्णक्रमीय अध्ययन से इस पदार्थ में एक हाइड्रॉक्सिल समूह की उपस्थिति स्थापित हुई। श्वेत यौगिक 'C' ने पोटैशियम परमैंगनेट के क्षारीय विलयन तथा ब्रोमीन के विलयन को रंगहीन किया। ग्लेश्यिल ऐसीटिक अम्ल में ब्रोमीन के विलयन द्वारा पदार्थ 'C' को ब्रोमीनीकृत करने पर एक डाइब्रोमो यौगिक ($C_{36}H_{68}O_2Br_2$) प्राप्त हुआ जिससे यौगिक में द्वि-बन्ध का होना प्रदर्शित होता है। नाइट्रिक अम्ल द्वारा आक्सीकृत किये जाने पर पदार्थ 'C' तथा डाइब्रोमो यौगिक ने केवल पामिटिक अम्ल दिया। पदार्थ 'C' का परालाल वर्णक्रम लेने पर निम्न शिखर प्राप्त हुए:

3350 cm^{-1}(S), 1745 cm^{-1}(S), 1725 cm^{-1}(W), 1630 cm^{-1}(m), 825 cm^{-1}(S), 725 cm^{-1}(S).

एक हाइड्राक्सिल, कार्बोनिल समूह तथा द्वि-बन्ध से युक्त, यौगिक ($C_{36}H_{68}O_2$) में एक साइक्लोपैराफिन वलय होगा। 1630 cm^{-1} तथा 825 cm^{-1} पर अवशोषण पट्ट एक पाँच सदस्यीय वलय में —C—CH_3 की उपस्थिति प्रदर्शित करते हैं। 1745 cm^{-1} तथा 1725 cm^{-1} पर आवृत्तियाँ, α-स्थितियों
||
—C—H
में प्रतिस्थापक, $\beta\beta^1$ स्थिति में द्वि-बन्ध तथा α-स्थिति में हाइड्राक्सिल समूह के साथ, पाँच सदस्यीय वलय में कार्बोनिल समूह की उपस्थिति प्रदर्शित करती हैं। 725 cm^{-1} पर अवशोषण पट्ट, अणु में ρ—$(CH_2)_n$ समूह (जब n का मान 4 है) की उपस्थिति प्रदर्शित करता है, शृंखला की लम्बाई बढ़ने के साथ-साथ $(CH_2)_n$ के rocking mode लगातार तीव्र होते जाते हैं।

इन सब तथ्यों के आधार पर यौगिक 'C' के लिये निम्न आकार का सुझाव दिया गया है :

प्रयोगात्मक

पौधे का ऐल्कोहलीय निष्कर्षण—सुखाये तथा कूटे हुए, 15 कि० ग्राम पौधे को इथेनॉल (95%) से पूर्णतः निष्कर्षित किया गया। गरम इथेनॉलीय विलयन को छाना गया और छनित को ठंडा करने पर एक अवशेष प्राप्त हुआ (अशुद्ध पदार्थ की सम्पूर्ण लब्धि 9·4 ग्राम थी)।

अशुद्ध पदार्थ को बारम्बार इथेनॉल के साथ उबाला गया और गरम अवस्था में ही छान लिया गया। ठंडा करने पर एक श्वेत पदार्थ प्राप्त हुआ। क्लोरोफिल को दूर करने के लिए यह क्रिया कई बार करनी पड़ी।

श्वेत पदार्थ का स्तम्भ वर्णलेखीय विधि द्वारा पृथक्करण—अशुद्ध मिश्रण ऐसीटोन की न्यूनतम मात्रा में घोला गया और विलयन को एक ऐल्यूमिना के स्तम्भ में से प्रवाहित किया गया। स्तम्भ को पहले पेट्रोलियम ईथर तथा ईथर से इल्यूट किया गया। फिर इसे बेंजीन से इल्यूट करने पर विभिन्न प्रभाजन प्राप्त हुए जिन्होंने स्ट्राइपर विलयक द्वारा विलायक को आसवित करने पर निम्न पदार्थ दिये। पदार्थों को गरम ऐल्कोहल से क्रिस्टलित किया गया :

प्रभाजन 1—श्वेत पदार्थ—गलनांक 75-76°

प्रभाजन 2—श्वेत पदार्थ—गलनांक 75-76°

प्रभाजन 3—श्वेत पदार्थ—मिश्रण

प्रभाजन 4—श्वेत पदार्थ—मिश्रण

प्रभाजन 5, 6 तथा 7—श्वेत पदार्थ—मिश्रण

प्रभाजन 8—कुछ प्राप्त नहीं हुआ।

गैस वर्णलेखीय परीक्षण ने प्रभाजन, 1, 2, 5, 6 तथा 7 में केवल एक अवयव की उपस्थिति प्रदर्शित की तथा प्रभाजन 3 तथा 4 ने दो अवयव की।

बेंजीन से स्तम्भ को इल्यूट (elute) करने के बाद इसे ऐसीटोन से इल्यूट किया गया। ऐसीटोन को आसवित कर देने के पश्चात् एक पदार्थ (गलनांक 84-85°) प्राप्त हुआ। इसे ऐसीटोन से क्रिस्टलित किया गया (गलनांक, 84·3-84·8°)।

$C_{36}H_{68}O_2$ अणुसूत्र के लिए आवश्यक

C=81·2; H=12·78, अणुभार=532

प्राप्त C=81·5; H=13·02, अणुभार=528, मेथॉक्सिल समूह अनुपस्थित।

श्वेत पदार्थ का ऐसीटिलीकरण—साधारण स्थितियों में श्वेत पदार्थ का ऐसीटिलीकरण, ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड तथा गले हुए सोडियम ऐसीटेट तथा पिरीडीन में ऐसीटिल क्लोराइड से सम्पन्न न किया जा सका।

श्वेत पदार्थ का ब्रोमीनीकरण—0·34 ग्राम पदार्थ को ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल के साथ जोर से हिलाया गया तथा इस आलम्बन में, ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल में ब्रोमीन का विलयन बूँद-बूँद करके डाला गया। एक हल्का भूरा पदार्थ पृथक हो गया। इसे छानकर जल ऐसीटिक अम्ल तथा इथेनॉल की थोड़ी मात्रा के साथ धोया गया। पदार्थ को इथेनॉल से क्रिस्टलित करने पर एक हल्का पीला यौगिक (अक्रिस्टलीय) प्राप्त हुआ (गलनांक, विच्छेदन के साथ 258°)।

$C_{36}H_{68}Br_2O_2$ के लिये आवश्यक मान, Br=23·1%। प्राप्त Br=23·6%.

टिप्पणी—पदार्थ की मात्रा कम होने के कारण इसका एस्टर ग्रिगनार्ड अभिकर्मक तथा अम्ल क्लोराइड का प्रयोग करते हुए नहीं बनाया जा सका।

श्वेत पदार्थ का आक्सीकरण—0·5 ग्राम पदार्थ को, 50% नाइट्रिक अम्ल के साथ 6·5 घंटे तक उबाला गया। अभिक्रिया मिश्रण ठंडा करने पर विलायक स्ट्राइपर (Solvent Strypper) में सान्द्रित करके चाशनी के रूप में कर लिया गया। इस पदार्थ को सोडियम बाइकार्बोनेट के संतृप्त विलयन

के साथ प्रतिकृत करके गर्म किया गया। विलयन को छान लिया गया और छनित को आवश्यक अम्ल से अम्लित करने पर एक ठोस पृथक हो गया। इसे छानकर थोड़े पानी से धो लिया गया। दो भाग प्राप्त हुए। 1. ठोस तथा छनित।

ठोस—ठोस पदार्थ को इथेनॉल से क्रिस्टलित किया गया (गलनांक 63-64°)। इसकी तुलना पामिटिक अम्ल के प्रामाणिक नमूने से की गई तो दोनों सदृश निकले।

छनित—छनित को सान्द्र करके, ईथर से निष्कर्षित किया गया। ईथर के स्तर में कोई ठोस पदार्थ प्राप्त नहीं हुआ और छनित में केवल सोडियम क्लोराइड ही पाया गया।

ब्रोमीनीकृत पदार्थ का आक्सीकरण—श्वेत पदार्थ के आक्सीकरण की भाँति ही, 0·20 ग्राम ब्रोमो यौगिक को 50% नाइट्रिक अम्ल द्वारा आक्सीकृत किया गया। प्राप्त हुए पदार्थ में ब्रोमीन नहीं पाई गई और पदार्थ की तुलना, पामिटिक अम्ल के प्रामाणिक नमूने से करने पर दोनों एक ही पाये गये (मिश्रित गलनांक द्वारा तुलना की गई)।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक डा० जे० डी० तिवारी के प्रति कार्य के पर्यवेक्षण के लिये आभारी है। मूल्यवान सुझावों के लिये लेखक डा० ई० एल० मे का भी कृतज्ञ है।

निर्देश

1. (अ) आर० एन० एस० चौहान तथा जे० डी० तिवारी। जे० आई० सी० एस०, 1952, **28**, 286.

   (ब) आर० एन० एस० चौहान तथा जे० डी० तिवारी। वही०, 1954, **31**, 741.

2. बी० सी० जोशी। **डी० फिल० थीसिस** (1956), **प्रयाग विश्वविद्यालय।**

3. बी० सी० जोशी तथा जे० डी० तिवारी। **विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका,** 1959.

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 99-107

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, 9, 99-107

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रमों का तुलनात्मक अध्ययन

जय नारायण राय

स्पेक्ट्रोस्कोपी विभाग, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी-5

[प्राप्त—मई 21, 1966]

सारांश

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन का उत्सर्जन स्पेक्ट्रम बिना कण्डेन्सर की सहायता से, नियंत्रित ट्रान्सफार्मर के विसर्जन द्वारा, पदार्थ की बहती वाष्प में उत्तेजित किया गया और इस स्पेक्ट्रम को जीस कम्पनी द्वारा निर्मित, मध्यम वर्ण-विक्षेपण-क्षमता वाले क्वार्टज् के स्पेक्ट्रोग्राफ पर फोटोग्राफ किया गया। इसी स्पेक्ट्रोग्राफ पर पदार्थ के अवशोषण स्पेक्ट्रम को भी रिकार्ड किया गया ताकि दोनों स्पेक्ट्रमों का तुलनात्मक अध्ययन किया जा सके। उत्सर्जन स्पेक्ट्रम से प्राप्त, चार उत्तेजित अवस्था की कम्पनिक आवृत्तियों 376 cm^{-1} 474 cm^{-1}, 666 cm^{-1}, तथा 835 cm^{-1}, ग्यारह मूल अवस्था की कम्पनिक आवृत्तियों 196 cm^{-1}, 242 m^{-1}, 414 cm^{-1}, 516 cm^{-1}, 687 cm^{-1}, 884 cm^{-1}, 998 cm^{-1}, 1065 cm^{-1}, 1139 cm^{-1}, 1222 cm^{-1}, तथा 1426 cm^{-1}, और दो अन्तर-आवृत्तियों 81 cm^{-1} तथा 69 cm^{-1} के आधार पर मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन अणु के कम्पनिक विश्लेषण का प्रयत्न किया गया है और अवशोषण स्पेक्ट्रम में इनके संगत मानों को ढूँढ़ा गया है।

Abstract

A comparative study of emission and absorption spectra of m-fluorochlorobenzene. *By* Jai Narayan Rai, Department of Spectroscopy, Banaras Hindu University, Varanasi-5.

The emission spectrum of m-fluorochlorobenzene was excited by uncondensed controlled transformer discharge through the flowing vapour of the substance and this spectrum was photographed on Zeiss medium quartz spectrograph. The absorption spectrum of the substance was also recorded on the same spectrograph so that comparative study of both spectra may be made. The vibrational analysis of

m-fluorochlorobenzene molecule has been proposed on the basis of four excited state vibrational frequencies 376 cm^{-1}, 474 cm^{-1}, 666 cm^{-1}, and 835 cm^{-1}; eleven ground state frequencies 196 cm^{-1}, 242 cm^{-1}, 414 cm^{-1}, 516 cm^{-1}, 687 cm^{-1}, 884 cm^{-1}, 998cm^{-1}, 1065 cm^{-1}, 1139 cm^{-1} 1222 cm^{-1}, and 1426 cm^{-1}, and two difference frequencies 81 cm^{-1}, and 69 cm^{-1} obtained from emission spectrum and corresponding values have been traced in the absorption spectrum.

बहु-परमाणुक अणुओं के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम का अभिलेखन बड़ा ही कठिन कार्य है। इनके उत्तेजित होने के पहले ही इनका वियोजन (dissociation) हो जाता है फलतः उत्सर्जन स्पेक्ट्रम नहीं प्राप्त हो पाता। यही कारण है कि बहुपरमाणुक अणुओं की उत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी की उतनी प्रगति न हो सकी जितनी प्रगति उनके अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी की हुई। यद्यपि अणुओं की मूल अवस्था (ground state) की कम्पनिक आवृत्तियों के बारे में जानकारी हमें प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम (fluorescence spectrum), रमन तथा इन्फ्रारेड से प्राप्त हो सकती है किन्तु जितनी अधिक जानकारी उनके उत्सर्जन स्पेक्ट्रम से प्राप्त हो सकती है उतनी अन्य से नहीं। इसके अतिरिक्त इलेक्ट्रानिक संक्रमण आदि की जानकारी तो उत्सर्जन स्पेक्ट्रम से ही हो सकती है। प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम का पाना कठिन कार्य है। प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम में बैण्डों की तीव्रता इतनी कम होती है कि प्लेट को अनेकों घंटों तक उद्भासित (exposed) रखना पड़ता है। अतएव अणुओं के कम्पनिक आवृत्तियों की पूरी जानकारी के लिए उनके उत्सर्जन स्पेक्ट्रम का अध्ययन आवश्यक है। इस दृष्टि को ध्यान में रखकर इस शोधपत्र में मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम का अध्ययन किया गया है और साथ ही इनकी तुलना अवशोषण बैण्डों से भी की गई है।

फ्लोरीन तत्वों में सबसे अधिक ऋण विद्युती तत्व है। इसके यौगिकों का स्पेक्ट्रोस्कोपीय अध्ययन भी कम हुआ है किन्तु फिर भी मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन अणु ने बहुत से कार्यकर्ताओं का ध्यान अपनी ओर आकृष्ट किया है। कोलरॉश तथा पांग्रेट्ज[1] तथा टिन्टी[2] ने पहले पहल इस अणु के रमन-प्रभाव का अध्ययन किया। इसके इन्फ्रारेड और रमन-प्रभाव की विस्तृत विवेचन हारिस[3] आदि कार्यकर्ताओं ने की। कृष्णमचारी[4] ने इस अणु के निकट अल्ट्रावायलेट क्षेत्र में, वाष्पीय अवस्था में, अवशोषण स्पेक्ट्रम का अध्ययन किया। अणु के प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रम को उत्तेजित करने का प्रयत्न किया गया किन्तु प्रयत्न सफल न हो सका। प्रस्तुत शोध-पत्र में मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम का वर्णन किया गया है।

प्रयोगात्मक

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम का उत्तेजन बिना कण्डेन्सर के लगाए, ट्रान्सफार्मर के विसर्जन द्वारा किया गया। उत्सर्जन नलिका पाइरेक्स काँच की बनी थी और उसमें अल्युमिनियम के दो इलेक्ट्रोड लगे थे। इन इलेक्ट्रोडों पर ट्रान्सफार्मर द्वारा 4000 वोल्ट की वोल्टता लगाई गई और श्वेत नीलापन लिए विसर्जन को, वैरिएक की सहायता से अक्षुण्ण रक्खा गया। काँच नलिका के एक सिरे पर (स्पेक्ट्रोग्राफ की स्लिट के निकट वाला सिरा) क्वार्टज़ तथा दूसरे सिरे पर काँच का गवाक्ष लगाया गया। स्पेक्ट्रोग्राफ की स्लिट की चौड़ाई 0·03 मिमी० थी। स्पेक्ट्रम के अभिलेखन के लिए कोडाक की II-0

प्लेटें प्रयुक्त की गईं। स्पेक्ट्रम को जीस कम्पनी द्वारा निर्मित मध्यम वर्ण-विक्षेपण क्षमता (dispersive power) वाले स्पेक्ट्रोग्राफ पर फोटोग्राफ किया गया। स्पेक्ट्रमों के फोटोग्राफ लेने में 6 घंटे से लेकर 12 घंटे तक का समय लगा। इस अन्वेषण में प्रयुक्त पदार्थ को ईस्टमैन कोडाक कम्पनी से प्राप्त किया गया था और इसका उपयोग बिना और शोधन के किया गया।

पदार्थ का अवशोषण स्पेक्ट्रम भी उसी स्पेक्ट्रोग्राफ पर लिया गया जिस पर उत्सर्जन स्पेक्ट्रम लिया गया था। वाष्पीय अवस्था में, मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के अवशोषण स्पेक्ट्रम के लिए 50 सेमी० लम्बी काँच की नली लेनी पड़ी जिसके दोनों सिरों पर क्वार्टज् के गवाक्ष लगाने पड़े। निकट अल्ट्रावायलेट क्षेत्र में संतत स्पेक्ट्रम उत्पन्न करने के लिए हाइड्रोजन का लैम्प प्रयुक्त किया गया। अवशोषण नलिका से जुटे एक छोटे से बल्ब में पदार्थ को रक्खा गया था। इस बल्ब को हिमकारी मिश्रण में रक्खा गया ताकि विभिन्न ताप पर अवशोषण स्पेक्ट्रम लिए जा सकें। अधिकतम विविक्त (discrete) बैण्डों की संख्या -10° C पर प्राप्त हुई।

उत्सर्जन स्पेक्ट्रम 2550—3000 A° के क्षेत्र में मिलता है। विविक्त बैण्डों की पृष्ठभूमि सातंत्यक से ढकी है। यह सातंत्यक कम तरंगदैर्ध्य की ओर कम तीव्रता से प्रगट हुआ है किन्तु तरंगदैर्ध्य बढ़ने के साथ ही इसकी तीव्रता भी बढ़ती गई है और 3000 A° पर इसकी तीव्रता इतनी अधिक हो गई है कि बैण्डों की उपस्थिति का भान ही नहीं होता। स्पेक्ट्रम में उपस्थित बैण्ड तीक्ष्ण तथा लाल निम्नीकृत (degraded) हैं। लगभग बयालीस बैण्डों का मापन तथा विश्लेषण किया गया है। सारणी 1 में इन बैण्डों की 0 से 10 के स्केल पर अनुमानित तीव्रता, 0–0 बैण्ड से उनकी दूरी तथा उनका अधिन्यास (assignment) दिया गया है। चित्र १ में उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रम दिखाए गए हैं।

विवेचना

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन अणु की सममिति (symmetry) C_s है। C_s विन्दु-वर्ग (point group) में सममिति का केवल एक ही अवयव होता है (सर्वसमिका identity को छोड़कर)। यह अवयव परावर्तन का समतल होता है और साथ ही यह अणु का भी समतल होता है। इस अणु में कम्पन की सामान्य विधाएँ (normal modes of vibration) 30 हैं जिनमें 21 विधाएँ तो a' जाति (species) की हैं तथा शेष 9 a'' जाति की। a' समतलीय कम्पनों को व्यक्त करती हैं तथा a'' असमतलीय कम्पनों को। उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रमों का आविर्भाव A^1—A^1 इलेक्ट्रानिक संक्रमण से है। यह संक्रमण अनुमत है। अतएव सिद्धान्त के अनुसार 0-0 बैण्ड को पर्याप्त तीव्र होना चाहिए और वास्तव में ऐसा है भी। उत्सर्जन तथा अवशोषण दोनों स्पेक्ट्रमों में 0-0 बैण्ड सबसे अधिक तीव्र है।

प्रायः यह देखा जाता है कि बहु-परमाणुक बेन्जीन यौगिकों के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में उत्तेजित अवस्था की कम्पनिक आवृत्तियों की कमी होती है किन्तु मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन अणु के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम की यह विशेषता है कि इसमें उत्तेजित अवस्था की कम्पनिक आवृत्तियों का भी बाहुल्य है। पैराफ्लोरोएनिसोल,[5] पैराक्लोरोएनिसोल[6], पैराडाइक्लोरोबेन्जीन[7] तथा पैराडाइफ्लोरोबेन्जीन[8] आदि बेन्जीन के हैलोजन यौगिकों के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में भी यह बात नहीं पाई जाती। हो सकता है कि बेन्जीन वलय में क्लोरीन और फ्लो-

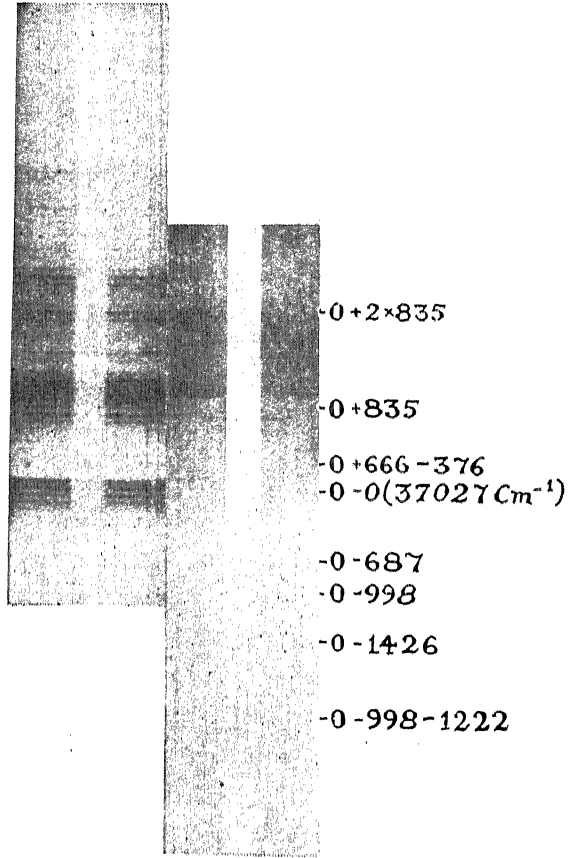
सारणी-1

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन की उत्सर्जन आवृत्तियाँ (सेमी०)

बैण्ड (cm^{-1})	0-0 बैण्ड से दूरी (cm^{-1})	अधिन्यास
38773(2)	1746	0+835×2+69=1739
38693(3)	1666	0+835×2=1670
38602(2)	1575	0+835+666+69=1570
38524(2)	1497	0+835+666=1501
37862(8)	835	0+835
37767(4)	740	0+666+69=735
37693(3)	666	0+666
37622(4)	595	0+666—69=597
37501(3)	474	0+474
37403(3)	376	0+374
37316(4)	289	0+666—376=290
37222(2)	195	0+666—374=192
37096(2)	69	0+69
37027(10)	0	0
36946(9)	— 81	0—81
36861(2)	—166	0—2×81
36831(4)	—196	0—196
36785(3)	—242	0—242 or 0—81×3=243
36704(3)	—323	0—516+196= —320
36613(6)	—414	0—414
36511(4)	—516	0—516
36340(7)	—687	0—687

बैण्ड (cm^{-1})	0-0 बैण्ड से दूरी (cm^{-1})	अधिन्यास
36290(6)	—737	0—1426+687= —739
36208(3)	—819	0—414×2= —828
36143(5)	—884	0—884
36029(8)	—998	0—998
35962(6)	—1065	0—1065
35888(4)	—1139	0—1139
35805(2)	—1222	0—1222
35659(2)	—1368	0—687×2
35601(3)	—1426	0—1426
35519(2)	—1508	0—999—687+81= —1504 0 या 0—998—516= —1514
35340(2)	—1687	0—998—687= —1685
35264(2)	—1763	0—884×2= —1768
35141(1)	—1886	0—998—884= —1882
34969(1)	—2058	0—998—1065= —2063
34892(1)	—2135	0—1065×2= —2063
34801(1)	—2226	0—998—1222= —2230
34677(1)	—2350	0—1139—1222= —2361
34590(2)	—2437	0—1222×2= —2444
33652(2)	—3375	0—687×2—998×2=—3370
33378(3)	—3449	0—687×2—998×2—81 =—3451

रीन के आपस में किसी प्रतिक्रिया का यह परिणाम हो। यह बात बिना अर्थो तथा पैराफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन स्पेक्ट्रमों के अध्ययन के तथ्य के रूप में नहीं कही जा सकती। स्पेक्ट्रम की व्याख्या के लिए यह आवश्यक होता है कि प्रत्येक मूल आवृत्ति को किसी निश्चित कम्पनिक विधा से अभिज्ञापित करें। वर्तमान स्थिति में, केवल उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रमों के भरोसे ऐसा नहीं किया जा सकता। भाग्य-बश, इस यौगिक के रमन तथा इन्फ्रारेड अवशोषण स्पेक्ट्रम अच्छी प्रकार ज्ञात हैं जिनके सहारे कम्पनिक विधाओं के निर्वाचन में आसानी हो सकती है। इसके अतिरिक्त इस कार्य में अन्य यौगिकों के स्पेक्ट्रमों से भी सहायता मिली है।

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रमों को एक ही स्पेक्ट्रोग्राफ पर फोटो-ग्राफ करने से तथा उनकी तुलना करने से यह बात स्पष्टतया ज्ञात हो सकी है कि दोनों स्पेक्ट्रम, एक ही

चित्र १
मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन की अवशोषण तथा उत्सर्जन आवृत्तियाँ

समुदाय के दो भाग हैं और दोनों स्पेक्ट्रमों का उत्सर्जन मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन ही है। इसके अतिरिक्त 0-0 बैण्ड के अधिन्यास (assignment) की सत्यता भी प्रमाणित हो जाती है। फ्रैंक और काण्डन के सिद्धान्त के अनुसार, उत्सर्जन तथा अवशोषण स्पेक्ट्रम में, अनुमत संक्रमण में, 0-0 बैण्ड की तीव्रता शेष बैण्डों की तीव्रता से अधिक होनी चाहिए। दोनों स्पेक्ट्रमों की तुलना से यह बात निश्चित रूप से ज्ञात होती है कि दोनों स्पेक्ट्रमों में 0-0 बैण्ड ही सबसे तीव्र हैं।

सारणी-2

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन की उत्तेजित, मूल तथा रमन आवृत्तियों की तुलना

रमन[3]	उत्तेजित[4] अवस्था	मूल अवस्था	अधिन्यास
191(s)	160(ms)	196(5)	a″, C—Cl समतल बाह्य बंकन
410(s)	325(ms)	414(6) }	बेन्जीन की 606 m^{-1} आवृति के अवयव
518(s)	455(ms)	516(4) }	
682(s)	636(vs)	687(7)	a′ C—Cl तनन
883(s)	846(ms)	884(5)	
1003(vs)	966(vs)	998(8)	a′ कार्बन-वलय का संकुचन तथा विस्तरण
1063(s)	1023(m)	1065(6)	a′, समतल के भीतर C—H का बंकन
1221(m)	1218(ms)	1222(4)	a′, C—F तनन

कृष्णमचारी[4] ने मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन की वाष्पीय अवस्था में लिए गए अवशोषण स्पेक्ट्रम में 0-0 बैण्ड का मान 37027 सेमी०$^{-1}$ निश्चित किया है। पदार्थ के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में भी 0-0 बैण्ड का मान इतना ही मिला है। 0-0 बैण्ड की दाहिनी ओर (अधिक तरंगदैर्ध्य की ओर), 998 सेमी०$^{-1}$ के अन्तर पर एक बहुत ही तीव्र बैण्ड 36029 सेमी०$^{-1}$ पर दिखाई देता है। उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में इसकी संगत उत्तेजित आवृत्ति नहीं दिखाई देती। अवशोषण स्पेक्ट्रम में इसकी संगत आवृत्ति का मान 966 सेमी०$^{-1}$ तथा रमन स्पेक्ट्रम में 1003 सेमी०$^{-1}$ है। यह आवृत्ति निश्चित रूप से कार्बन-वलय के कम्पन को प्रदर्शित करती है। अधिक तीव्रता के दो बैण्ड 36340 सेमी०$^{-1}$ तथा 37693 सेमी०$^{-1}$ 0-0 बैण्ड से क्रमशः 687 सेमी० तथा 666 सेमी०$^{-1}$ की दूरी पर हैं, कार्बन तथा क्लोरीन परमाणुओं के परस्पर तनन

(stretching) की कम्पनिक विधा के कारण हैं। अवशोषण स्पेक्ट्रम में इस आवृति का मान 636 सेमी॰$^{-1}$ दिया गया है। यह आवृति पूर्ण सममित है। इसी प्रकार, उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में 35805 सेमी॰$^{-1}$ का बैण्ड, 0-0 बैण्ड से 1222 सेमी॰$^{-1}$ की दूरी पर, C—F तनन के कारण दिखाई देता है। अवशोषण स्पेक्ट्रम में, उत्तेजित अवस्था में इस आवृति का मान 1218 सेमी॰$^{-1}$ है। उत्सर्जन स्पेक्ट्रम की मूल अवस्था में 414 सेमी॰$^{-1}$ तथा 516 सेमी॰$^{-1}$ की आवृतियाँ संभवतः बेन्जीन की 606 सेमी॰$^{-1}$ आवृति के अवयव हैं। इन आवृतियों की कम्पनिक विधाओं का निश्चय जरा कठिन है। उत्तेजित अवस्था में इनके संगत मान क्रमशः 376 सेमी॰$^{-1}$ तथा 474 सेमी॰$^{-1}$ हैं। अवशोषण स्पेक्ट्रम की इलेक्ट्रानिक उत्तेजित अवस्था में इनके संगत मान क्रमशः 327 सेमी॰$^{-1}$ तथा 455 सेमी॰$^{-1}$ प्रतिवेदित हैं।

उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में 37862 सेमी॰$^{-1}$ पर एक बहुत ही तीव्र बैण्ड है। इसकी तीव्रता तथा इसके स्थान को देखकर इसके समुदाय के 0-0 बैण्ड होने का भ्रम हो जाता है। किन्तु ऐसा भ्रम स्पेक्ट्रम के विश्लेषण तथा प्रयोग से प्राप्त तथ्यों से निर्मूल हो जाता है। वास्तव में यह बैण्ड उत्तेजित आवृत्ति का परिणाम है। अवशोषण स्पेक्ट्रम को देखने से ऐसा लगता है कि इसका संगत बैण्ड इतना तीव्र तथा स्पष्ट नहीं है। वास्तव में अवशोषण स्पेक्ट्रम में ऐसा बैण्ड अवश्य है किन्तु उपकरण की वर्ण-विक्षेपण क्षमता कम होने के कारण एक बैण्ड दूसरे से इस प्रकार मिल गए हैं कि उनकी तीव्रता का सही मूल्यांकन कठिन हो जाता है। मूल अवस्था में इस आवृत्ति की संगत आवृत्ति का मान 884 सेमी॰$^{-1}$ है। अवशोषण स्पेक्ट्रम की उत्तेजित अवस्था में इस आवृत्ति का मान 846 सेमी॰$^{-1}$ है। इस आवृत्ति की कम्पनिक विधा का निश्चय ठीक रूप से नहीं किया जा सकता। उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में मूल अवस्था की आवृत्तियाँ 1065 सेमी॰$^{-1}$, 1139 सेमी॰$^{-1}$ तथा 1426 सेमी॰$^{-1}$ पूर्ण सममित हैं।

मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में 36946 सेमी॰$^{-1}$ तथा 37096 सेमी॰$^{-1}$ बैण्ड दो अन्तर-आवृतियों, 81 सेमी॰$^{-1}$ तथा 69 सेमी॰$^{-1}$, के कारण उत्पन्न होते हैं। ये अन्तर आवृत्तियाँ अपूर्ण सममित कम्पनों के v—v संक्रमणों के अध्यारोपण के परिणाम हैं।

सारणी 2 में मेटाफ्लोरोक्लोरोबेन्जीन के प्रमुख मूल कम्पनों के मान, उत्सर्जन स्पेक्ट्रम की मूल अवस्था में, अवशोषण स्पेक्ट्रम की उत्तेजित अवस्था में तथा रमन-प्रभाव में, दिए गए हैं।

निर्देश

1. कोलराश, के॰ डब्लू॰ एफ॰ तथा पांग्रेट्ज, ए॰। **मोना॰ केम॰**, 1934, **65**, 199।

2. टिन्टी, एच॰। **बुले॰ सोसा॰ रोमा॰ फिजि॰**, 1942, **43**, 43।

3. हारिस, एफ॰ डब्लू॰, आदि। **ज॰ केमि॰ फिजि॰**, 1956, **24**, 1232।

4. कृष्णमचारी, एस॰ एल॰ एन॰ जी॰। **ज॰ फिजि॰, इंडिया**, 1957, **31**, 447।

5. उपाध्याय, के० एन० तथा राय, जे० एन० । **ज० प्योर अप्ला० फिजि०, इंडिया**, 1965, **3**, 100 ।

6. उपाध्याय, के० एन० तथा राय जे० एन० । **ज० साइं० रिसर्च, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय**, 1963-64, **14(2)**, 116 ।

7. उपाध्याय, के० एन० तथा राय, जे० एन० । **ज० प्योर अप्ला० फिजि० इंडिया**, 1964, **2**, 284 ।

8. कूपर, सी० डी० । **ज० केमि० फिजि०**, 1954, **22**, 503 ।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 109-115

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 109-115

कार्बनिक यौगिकों के जलीय विलयन पर कर्णातीत तरंगों का प्रभाव

भाग 1—टेट्राब्रोमोईथेन पर प्रभाव

सत्य प्रकाश, बद्री प्रसाद तथा शिव प्रकाश

(प्राप्त—मार्च 10, 1966)

सारांश

मुलर्ड के आवृत्ति उत्पादक E-7562 प्रकार का तथा बेरियम टाइटेनेट क्रिस्टल जिसकी आवृत्ति 1 MC/S है, ऐसे ट्रांसड्यूसर की सहायता से टेट्राब्रोमोईथेन ($C_2H_2Br_4$) के संतृप्त विलयन के विच्छेदन का अध्ययन किया गया। अभिक्रिया की एक प्रक्रिया भी प्रस्तावित की गई।

Abstract

Effect of ultrasonic waves on aqueous solutions of organic compounds. Part I—Tetrabromoethane. *By* Satya Prakash, Badri Prasad and Sheo Prakash, Department of Chemistry, University of Allahabad, Allahabad.

Mullard's high frequency ultrasonic generator, Type E-7562, with barium titanate crystal as transducer was employed for studying the sonochemical decomposition of an aqueous solution of tetrabromoethane. The effect of volume on sonolysis was also studied. A probable mechanism based on the free radicals produced during the sonolysis of water has also been presented.

उच्च आवृत्ति वाली ध्वनि तरंगें द्रवीय विलयन में बहुत से आसाधारण प्रभाव उत्पन्न करती हैं। इन तरंगों के रासायनिक प्रभावों का जलीय विलयन में अध्ययन किया गया है। विभिन्न रासायनिक प्रभावों में आक्सीकरण, अवकरण, विच्छेदन और बहुलीकरण आदि मुख्य रासायनिक क्रियायें हैं। ये क्रियायें कर्णातीत तरंगों द्वारा उत्पादित केविटेशन या गुह्य-प्रभाव (ultrasonically induced cavitation) के कारण होती हैं। जब किसी द्रव में कर्णातीत तरंगों को प्रवाहित करते हैं तो उस माध्यम में दाब तथा ताप बढ़ता है जिसके कारण उस द्रव में बुलबुले बनते और फिर धीरे से फूट जाते हैं। इन बुलबुलों के उत्पादित होने और नष्ट होने की क्रिया को केविटेशन या गुह्य प्रभाव कहते हैं। इस क्रिया में बहुत अधिक ऊर्जा उत्पन्न होती है जिसके फलस्वरूप कर्णातीत तरंगों द्वारा बहुत सी क्रियायें होती हैं। कार्बनिक हेलोजन यौगिकों का कर्णातीत तरंगों द्वारा विच्छेदन इन क्रियाओं में से एक है जिसका अध्ययन अभी हाल में विशेष रूप से प्रारम्भ हुआ है। 1950 ई० में वाइस्लर (Weissler) ने कार्बन टेट्राक्लोराइड का,

जेखमाइस्टर (Zechmeister) एवं उनके सहयोगियों[2, 3] ने एरोमेटिक हेलोजन यौगिकों का तथा जेनिंग्स व टाउंसेण्ड (Jennings & Townsend) ने क्लोरोफार्म और कार्बन टेट्राक्लोराइड की विच्छेदन क्रियाओं का अध्ययन कर्णातीत तरंगों द्वारा किया। प्रकाश एवं उनके सहयोगियों[6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] ने भी अपने पूर्व के कई प्रकाशनों में बहुत से कार्बनिक हेलोजन यौगिकों को जलीय विलयन पर कर्णातीत तरंगों के प्रभाव को देखा। प्रस्तुत लेख में टेट्राब्रोमोईथेन के संतृप्त जलीय विलयन पर कर्णातीत तरंगों का प्रभाव देखा गया है।

प्रयोगात्मक

द्विधा-आसुत टेट्राब्रोमोईथेन ($C_2H_2Br_4$) का एक संतृप्त विलयन आसुत जल की अधिक मात्रा में बनाया गया। टेट्राब्रोमोईथेन की जल में विलेयता 0·0651 ग्राम प्रति 100 मिलीलीटर और घनत्व 20° पर 2·9638 ग्राम प्रति मिली० है। प्रत्येक बार इस विलयन का 25 मिली० एक गोल पेंदे वाले 250 मिली लीटर जेना कांच के बने बोतल में लिया गया। एक मेगा चक्र प्रति सेकण्ड की प्रचण्ड कर्णातीत तरंगें मुलर्ड के उच्च आवृत्ति वाले उत्पादक से प्राप्त की गई। प्रत्येक प्रयोग में तरंगों की प्रचण्डता स्थिर रक्खी गई, सिवाय इसके कि जहाँ प्रतिक्रिया पर प्रचण्डता का प्रभाव देखा गया हो। टेट्रा ब्रोमोईथेन के जलीय विलयन पर कर्णातीत तरंगों के प्रभाव द्वारा विस्थापित ब्रोमीन तथा हाइड्रोब्रोमिक अम्ल सोडियम थायोसल्फेट एवं सिल्वर नाइट्रेट से परिमापित की गई।

फल तथा विवेचन

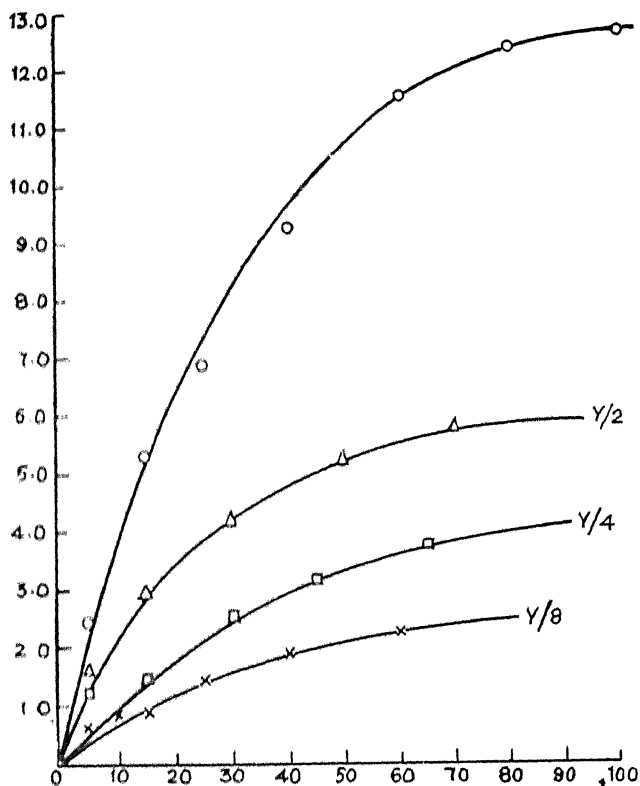
सर्व प्रथम टेट्राब्रोमोईथेन के विभिन्न सान्द्रताओं पर बने जलीय विलयन पर कर्णातीत तरंगों का प्रभाव देखा गया। सारणी (1) के प्रथम कोष्ठक में अनुप्रभावित जलीय विलयन में टेट्रा ब्रोमोईथेन की प्रतिशत मात्रा

सारणी-1

अनुप्रभावित विलन की मात्रा = 25 मिली लीटर
तरंगों की प्रचण्डता =1·8 कि० वो०
अनुप्रभाव काल =15 मिनट
pH =4·8
ताप = 20±·1°C

विलयन में $C_2H_2Br_4$ की प्रतिशत मात्रा	10 मिली लीटर अनुप्रभावित विलयन के लिये N/200 सिल्वर नाइट्रेट का आयतन
0·06510	5·84
0·03255	3·12
0·01627	1·76
0·01085	1·24
0.00813	1·20
0·00542	0·24
0·00406	0·60

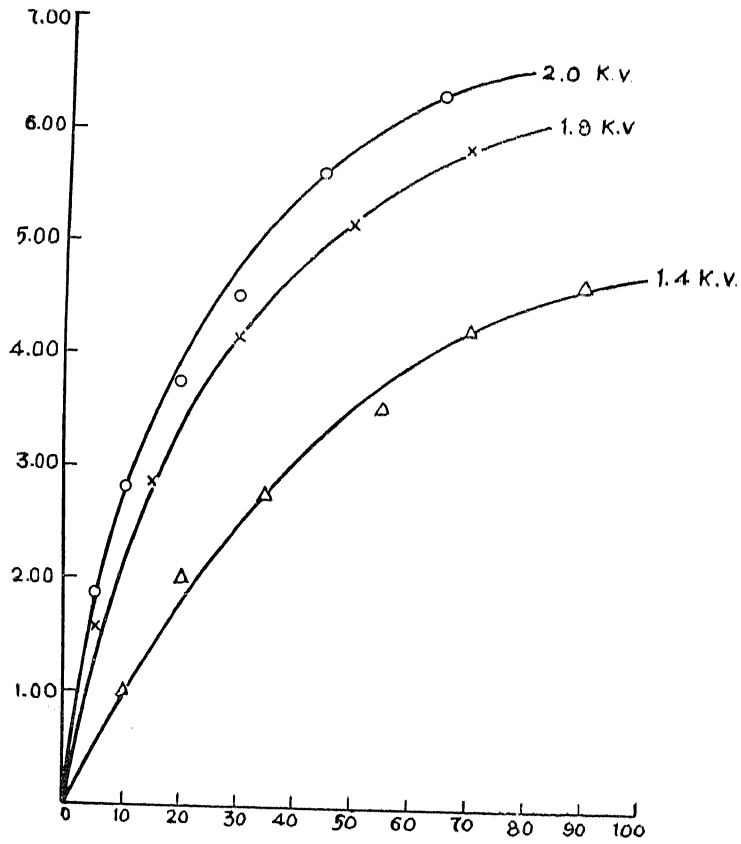
दी हुई है और द्वितीय कोष्ठ क में अनुप्रभावित विलयन के 10 मिलीलीटर के लिये लगे हुए N/200 सिल्वर नाइट्रेट की मात्रा दी हुई है। सिलवर नाइट्रेट की यह मात्रा अनुप्रभावित विलन में कर्णातीत तरंगों द्वारा मुक्त स्वतन्त्र ब्रोमीन एवं हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के तुल्य होगी। इस सारणी के फलों से यह विदित होता है कि ज्यों-ज्यों टेट्राब्रोमोईथेन की सान्द्रता बढ़ती जाती है विभाजन अभिक्रिया भी बढ़ती जाती है। 20° सें० पर टेट्रा ब्रोमोईथेन की जल में विलेयता 0·0651 प्रतिशत है, अतः इससे ऊपर की सान्द्रताओं का विभाजन नहीं देखा जा सका।

चित्र (1) में टेट्राब्रोमोईथेन के सोनोविभाजन क्रिया की गति प्रदर्शन चार सान्द्रताओं पर किया गया है। इसमें γ संतृप्त जलीय विलयन की सान्द्रता है। अनुप्रभावित काल मिनटों में दिया गया है एवं 10 मिलीलीटर के लिए लगे हुए N/200 सिल्वर नाइट्रेट के आयतन का रेखाचित्र अनुप्रभावित

(चित्र १)

काल की अपेक्षा से खींचा गया है। इस चित्र से यह स्पष्ट है कि जैसे सान्द्रता कम होती जाती है विभाजन गति मंद होती जाती है। सारणी (2) में चार सान्द्रताओं के लिए विभिन्न अनुप्रभावित समयों पर मुक्त ब्रोमीन की मात्रा दिखाई गई है। समय के अनुसार ब्रोमीन की मात्रा बढ़ती हुई मालूम पड़ती है। इसको N/200 हाइपो के आयतन द्वारा प्रदर्शित किया गया है। इस सारणी को देखने से यह ज्ञात होता है कि प्रत्येक अवस्था में मुक्त ब्रोमीन की मात्रा एक निश्चित समय के बाद घटने लगती है।

सारणी 2

टेट्राब्रोमोईथेन के संतृप्त विलयन $=\Upsilon$
तरंगों की प्रचण्डता $=1 \cdot 8$ K.V.
ताप $=20 \pm 0 \cdot 1$°C
pH $=4 \cdot 8$

अनुप्रभाव काल (मिनट)	10 मिलीलीटर अनुप्रभावित विलयन के लिये N/200 $Na_2S_2O_3$ का आयतन			
	Υ	$\Upsilon/2$	$\Upsilon/4$	$\Upsilon/8$
5	0·34	0·38	0·28	0·20
10	—	—	—	0·25
15	0·58	0·74	0·36	0·30
25	0·74	—	0·52	0·36
30	—	0·80	0·60	—
40	1·00	—	—	0·60
50	—	1·10	0·76	—
60	1·34	—	0·32	0·40
70	—	1·02	—	—
80	1·40	—	—	—
100	1·22	—	—	—

(चित्र २)

चित्र (2) में $\Upsilon/2$ विलयन पर ध्वनि की प्रचण्डता का प्रभाव दिखाया गया है। एक अक्ष पर समय तथा दूसरे अक्ष पर लगे हुए सिल्वर नाइट्रेट के आयतन को प्रदर्शित किया गया है। प्रचण्डता बढ़ाने से विभाजन गति भी तीव्र होती जाती है।

सारणी (3) मेंटेट्राब्रोमोईथेन के सोनोविभाजन पर आयतन-प्रभाव दिखलाया गया है। अनुप्रभावित विलयन का आयतन बढ़ाने पर सिल्वर नाइट्रेट तथा हाइपो की मात्रा जो कि क्रमशः (Br_2+Br^-) तथा Br_2 के तुल्य है, घटती जाती है। 25 मिली० विलयन को अनुप्रभावित करने से क्रिया सबसे अधिक होती है।

सारणी-३

टेट्रा ब्रोमोईथेन की सान्द्रता $=\Upsilon/2$

अनुप्रभावित काल $=15$ मिनट

अनुप्रभावित विलयन का आयतन (मिली०)	N/200 सिलवर नाइट्रेट का आयतन	N/200 सोडियम थायोसल्फेट का आयतन
25	2·86	0·74
50	2·20	0·44
75	1·98	0·32
100	1·52	0·30
125	1·32	0·30

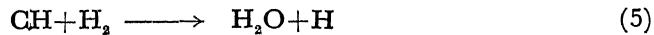
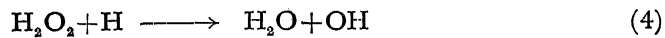
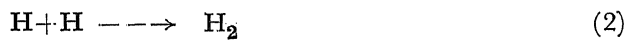
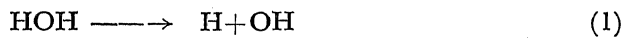
टेट्राब्रोमोईथेन के जलीय विलन में जब कर्णातीत तरंगें डाली जाती हैं तो उसमें केविटेशनल या गुह्य ऊर्जा (cavitational energy) अत्यधिक मात्रा में उत्पन्न होती है और यह ऊर्जा जल को विघटित करने में समर्थ होती है। अभिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है[14]।
एवं

$$HOH \longrightarrow H+OH \quad (1)$$

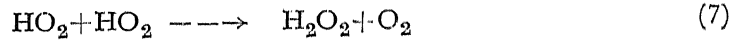
$$H+H \longrightarrow H_2 \quad (2)$$

$$OH+OH \longrightarrow H_2O_2 \quad (3)$$

$$H_2O_2+H \longrightarrow H_2O+OH \quad (4)$$

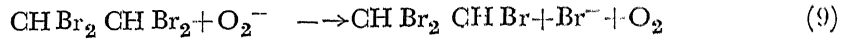
$$CH+H_2 \longrightarrow H_2O+H \quad (5)$$

यह प्रयोग घुली हुई हवा की उपस्थिति में किया गया है और इस दशा में हाइड्रोजन परमाणु हवा में आक्सीजन से HO_2 मूलक वनायेगा—

$$H + O_2 \longrightarrow HO_2 \quad (6)$$

$$HO_2 + HO_2 \longrightarrow H_2O_2 + O_2 \quad (7)$$

रेखा-चित्र (1) एवं (2) से यह बात सिद्ध हो जाती है कि जैसे-जैसे कर्णातीत तरंगों के प्रभाव का समय बढ़ता जाता है, आक्सीजन की कमी के कारण से HBr का बनना घटता जाता है। इसके अतिरिक्त HO_2 मूलक विघटित भी हो सकता है,

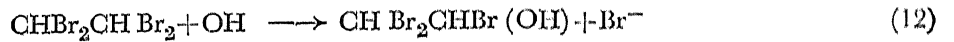
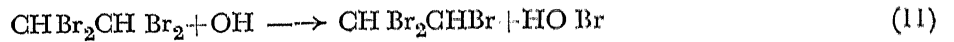
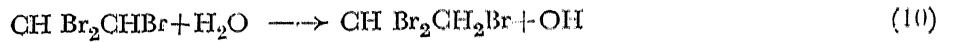
$$HO_2 \rightleftharpoons H^+ + O_2^- \quad (8)$$

और HO_2 से O_2^- ज्यादा क्रियाशील है। O_2^- टेट्रा ब्रोमाईथेन से निम्नलिखित विधि से संयोग करता है :

$$CH Br_2 CH Br_2 + O_2^- \longrightarrow CH Br_2 CH Br + Br^- + O_2 \quad (9)$$

यह हम जानते हैं कि O_2^-, Fe^{3+} और Cu^{2+} का अवकरण कर सकती है। इसलिये (1) के साथ साथ (10) (11) एवं (12) क्रियाएँ भी हो सकती हैं

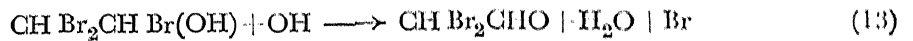
$$CH Br_2CHBr + H_2O \longrightarrow CH Br_2CH_2Br + OH \quad (10)$$

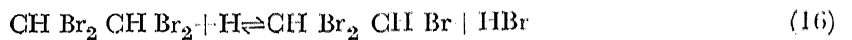
$$CHBr_2CH Br_2 + OH \longrightarrow CH Br_2CHBr + HO Br \quad (11)$$

$$CHBr_2CH Br_2 + OH \longrightarrow CH Br_2CHBr (OH) + Br^- \quad (12)$$

टेट्राब्रोमोईथेन के ध्वनि-रासायनिक विभाजन का मुख्य प्रतिफल डाइब्रोमोऐसीट-एल्डीहाइड है जोकि निम्नलिखित क्रिया से दिखाया जा सकता है,

$$CH Br_2CH Br(OH) + OH \longrightarrow CH Br_2CHO + H_2O + Br \quad (13)$$

$$Br + Br \longrightarrow B \quad (14)$$

$$H + Br \longrightarrow HBr \quad (15)$$

अनुप्रभाव काल बढ़ाने पर आक्सीजन जब कम हो जाती है तब निम्निलिखित सम्भव है,

$$CH Br_2 CH Br_2 + H \rightleftharpoons CH Br_2 CH Br + HBr \quad (16)$$

यदि हम टेट्राब्रोमोईथेन के जलीय विलयन में थोड़ा सा फेन्ट अभिकर्मक डाल दें और क्रिया के बाद सिल्वर नाइट्रेट डालें तो सिल्वर ब्रोमोईथेन का काफी अवक्षेप मिलेगा। इससे भी यह पुष्टि होती है कि टेट्राब्रोमोईथेन का ध्वनि-विभाजन शृंखला-अभिक्रियाओं द्वारा होता है।

इसके अतिरिक्त, ध्वनि क्रिया (sonolysis) पर ऐसीटोन, ईथर, ईथिल ऐल्कोहॉल, मिथिल ऐल्कोहॉल का प्रभाव हमारी प्रयोगशाला में किया गया है जिसके द्वारा क्रिया मन्द पड़ जाती है। टेट्राब्रोमोईथेन

पर पर भी हमने इन दाबों का ऐसा ही प्रभाव देखा। ये द्रव प्रतिक्रिया बोतल के अन्दर वाष्प दाब बढ़ा देते हैं जिससे केविटेशन क्रिया मन्द पड़ जाती है। फलस्वरूप ध्वनि-क्रिया भी मन्द पड़ जाती है।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक (ब० प्र०) काउन्सिल आफ साइण्टिफिक एण्ड इण्डस्ट्रियल रिसर्च, नई दिल्ली का आभारी है जिसने इस कार्य के काल में जूनियर रिसर्च फेलोशिप प्रदान की।

निर्देश

1. वाइसलर, ए०, कूपर, एच० डब्लू, तथा स्नीडर, एस०। **जर्न० अमे० केमि० सोसा०**, 1950, **70**, 1769।
2. जेकमाइस्टर, एल० तथा वालकेव, एल०। **जर्न० अमे० केमि० सोसा०**, 1955, **77**, 2853।
3. जेकमाइस्टर, एल० तथा मैगून, ई० एफ०। **वही**, 1956, **78**, 2149।
4. जेकमाइस्टर, एल० तथा करेल, डी० एल०। **वही**, 1958, **80**, 205।
5. जेनिग्स, बी० एच० तथा टाउनसेंड, एस० एन०। **जर्न० फिजि० केमि०**, 1961, **65**, 1574।
6. सत्य प्रकाश तथा पाण्डे, जे० डी०। **टेट्राहेड्रान**, 1965, **21**, 903।
7. वही। **किम० ऐनालिटिक**, 1964, **46**, 607।
8. वही। **जर्न० इण्डि० केमि० सोसा०**, 1964, **41**, 315।
9. सत्य प्रकाश, पाण्डे, जे० डी० तथा शिव प्रकाश। **जर्न० फिजिक केमी०**, 1965, **228**, 272।
10. सत्य प्रकाश, पाण्डे, जे० डी० तथा सिंह, आर०। **विज्ञान परिषद् अनु, पत्रि०**, 1964, **7**, 7।
11. सत्य प्रकाश तथा श्रीवास्तव, एस० सी०। **जर्न० फिजिक० केमि०**, 1957, **208**, 127।
12. वही। **जर्न० इण्डि० केमि० सोसा०**, 1958, **35**, 797।
13. सत्य प्रकाश तथा पाण्डे, जे० डी०। **विज्ञान परिषद् अनु० पत्रि०** 1962, **5**, 157।
14. वाइसलर, ए०। **जर्न० अमे० केमि० सोसा०**, 1959, **81**, 1077।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 117-126

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 117-126

आणविक अथवा रासायनिक विकास सम्बन्धी नवीन धारणा

कृष्ण बहादुर तथा एस० रंगनायकी
रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय

[प्राप्त—अप्रैल 2, 1966]

सारांश

जीवित प्रणाली के सर्वप्रथम उदय होने के पूर्व आणविक अथवा रासायनिक विकास सम्बन्धी धारणा के सम्बन्ध में कुछ कारण प्रस्तुत किये गये हैं। विकासवाद की यह धारणा बिना प्राकृतिक वरण अथवा अनुकूलन के भ्रामक है। प्राकृतिक वरण न तो पुराने और न नये माडलों के निर्माण सम्बन्धी नियमों को लाद ही सकता है वह स्वतः पुनरावृतिकारी प्रणाली का निर्माण कर ही नहीं सकता। यह तभी प्रभावशाली हो सकता है। जब कुछ विचलन एवं अनुकूलन के गुणधर्मों से सम्पन्न स्वतः प्रतिकृतिकारी प्रणालियाँ उपस्थित हों। अनुकूलन एवं गुणन पदार्थ के मूलभूत गुणधर्म हैं जिनका प्रेक्षण उपयुक्त अवस्थाओं के अन्तर्गत किया जा सकता है। गत्यात्मक सन्तुलन पर सूक्ष्म अणुओं से बनी हुई रसायनों की प्रणाली उपयुक्त दशाओं में ऐसी वस्तुयें निर्मित कर सकती है जिनमें वृद्धि, गुणन तथा उपापचयन सक्रियता के गुणधर्म प्रदर्शित होते हों। ऐसे पदार्थों में अनुकूलन का गुण विद्यमान रह सकता है। इनमें आकारीय लक्षण हो सकता है और ये संवर्द्ध में संवर्द्धित किये जा सकते हैं। जीवाणु ऐसे ही पदार्थ हैं।

आणविक अथवा रासायनिक विकास पहले तो आणविक समुदायों के रूप में प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी के परास से परे और बाद में माइक्रानों के आकार में प्रगतिशील रहा।

ऐमीनो अम्ल तथा पेप्टाइडों से निर्मित जीवाणुओं ने विकास के फलस्वरूप कोशीय जीवित प्रणाली का रूप ग्रहण किया और इस प्रकार जीवित प्राणालियों के निकटतम पूर्व-उत्पादक बने।

Abstract

New approach to molecular or chemical evolution. *By* K. Bahadur and S. Ranganayaki, Chemistry Department, University of Allahabad, Allahabad.

The reasons for the concept of molecular or chemical evolution preceding the appearance of the earliest living system have been discussed. This concept of evolution without natural selection or adaptability is misleading. Natural selection can neither impose rules for the formation of an old or new models, least the formation of a self-replicating system and it can be effective only when self-replicating systems with

slight variations and with properties of adaptability are present. Adaptability and multiplication are the inherent properties of matter and these can be observed under suitable conditions. A system of chemicals at dynamic equilibrium and made of smaller molecules could under appropriate condition form objects which showed the properties of growth, multiplication and metabolic activity in biological sense. These objects have property of adaptability so could evolve. These have morphological look and can be subcultured in appropriate environmental medium. Jeewanu are such objects.

The molecular or chemical evolution was in progress first in molecular associations beyond the range of optical microscope and later in the size of microns.

Jeewanu which were made of amino acid and peptides on evolution formed cellular living system and were thus the immediate precursors of our living systems.

बीसवीं शती में पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति की समस्या ने नवीन प्रकार की शोधों को जन्म दिया है और प्रथम कोशों की उत्पत्ति के पहले आणविक या रासायनिक विकास की धारणा ऐंगेल्स[1], मिचेल[2], ओपैरिन[3], कैल्विन[4] तथा अन्य अनेक वैज्ञानिकों के सोचने के फलस्वरूप बनी है। सर्वप्रथम 1926 ई० में रूस की वनस्पति परिषद् की एक बैठक में ओपैरिन ने वास्तविक जीवित प्रणालियों की उत्पत्ति के पूर्व ही पृथ्वी पर आणविक विकास के विचार को स्पष्ट कर दिया था। तब से उन्होंने इस विचार को काफी विकसित किया और उसे अपनी पुस्तक "जीवन का उदय" में बराबर स्थान देते आये हैं। ठीक इसी प्रकार का विचार करने के पश्चात् कैल्विन[4] ने प्रथम जीवित प्रणाली के पूर्व रासायनिक विकास सम्बन्धी विचार विस्तुत किया है। बर्नाल[5] का सुझाव है कि प्रथम जीवित प्रणाली के अस्तित्व में आने के बहुत पूर्व ही रासायनिक उपापचयन अग्रसर होकर पूर्णता प्राप्त कर रहा था।

ऐसे विचारों के लिये जो प्रमुख कारण उत्तरदायी थे उनमें प्रथम यह था कि कोश में जो अणु विद्यमान हैं वे आकृति में बड़े एवं संरचना में जटिल हैं। प्रकृति में ऐसे अणुओं की उत्पत्ति ऐसे ही नहीं हो सकती। सरल अणुओं से ऐसे अणुओं के बनने के लिये किसी न किसी प्रकार की पूर्ण प्रक्रिया की आवश्यकता होगी। दूसरे यह कि जब से पृथ्वी जीवित प्रक्रमों को धारण करने के लिये अनुकूल हुई उस काल से लेकर उस काल के बीच जबकि जीवित प्रणालियों के चिन्ह ढूँढ़ निकाले गये हैं काफी अवकाश है अतः इस अवकाश में जीवित प्रणालियों के न पाये जाने का कारण यही हो सकता है कि इस अवधि में कोई पूर्ण प्रक्रिया क्रियाशील रही हो जो अन्त में जीवित प्रणाली में परिणत हो गई हो और इसके पूर्व पूर्णता को प्राप्त न हुई हो। सामान्यतः जीवन की उत्पत्ति सम्बन्धी मान्य काल प्रायः $2{\cdot}5 \times 10^{12}$ वर्ष पूर्व है किन्तु पृथ्वी पर जल तथा वायुमण्डल का अस्तित्व प्रायः 4×10^{12} वर्षों से है। इस प्रकार से आणविक विकास के अग्रसर होने के लिये काफी समय मिला होगा जिसके कारण प्रायः $1{\cdot}5 \times 10^{12}$ वर्षों तक पृथ्वी में जीवित प्रणालियों का अभाव रहा होगा।

फिर भी इन दोनों तर्कों में दोष हैं। सर्वप्रथम तो यह कि हमें यह पता ही नहीं है कि कोशा में पाये जाने वाले यौगिक जिनसे हम परिचित हैं वे पहले पहल प्रकृति में निर्मित होकर प्रारम्भिक कोशाओं

में सम्मिलित हो गये अथवा वैकल्पिक रूप में यह कि विकास की अवधि में ये यौगिक कोशाओं के ही भीतर निर्मित हुये और प्रारम्भिक कोशाओं को निर्मित करने वाले यौगिकों से ये सर्वथा भिन्न हैं। ये दोनों ही तर्क समान रूप से सम्भव हैं। पृथ्वी की प्रारम्भिक अवस्था में जैसी परिस्थितियाँ थीं उनके अन्तर्गत इन पदार्थों के बन जाने की सम्भावना से इस बात की पुष्टि नहीं मानी जा सकती है ये उत्पन्न हुये ही होंगे और ऐसे यौगिक जो इन अवस्थाओं में प्रकृति में उत्पन्न हो सकते हैं किन्तु कोशा के भीतर उपस्थित नहीं हैं उनकी संख्या अधिक होगी। दूसरे यह कि वह काल जब कि सर्वप्रथम जीवित प्रणालियों का उदय हुआ पूर्वअनुमानित काल से काफी पहले सरक सकता है। बर्नाल[5] तो इस काल को 3.5×10^{12} वर्ष पूर्व तक पछेल देने के पक्ष में हैं जिस काल में भूपर्पटी पिघली भर थी[6]—चाहे वह उस समय गरम पिंड के रूप में थी अथवा ठंडे पदार्थ कणों के संघनन अवशेष के रूप में रही हो[7-8-9]।

किन्तु आणविक या रासायनिक विकास पद का व्यवहार बारम्बार होता रहा है। जब तक पूर्ण स्व-प्रतिकृतिक मशीन तैयार न हो ले प्राकृतिक वरण द्वारा विकास की ऐसी कल्पना कर पाना कठिन है जिसे हम व्यवहार में लाये जाने वाले विकास पद का सच्चा रूप कह सकें। जैसा कि ब्लम[10] ने प्रस्तावित किया है कि यह आवश्यक निर्देश है क्योंकि जीवित प्रणालियों की उत्पत्ति के सम्बन्ध में विचार करते समय त्रुटि हो सकती है क्योंकि प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से कभी-कभी प्राकृतिक वरण पद का व्यवहार त्रुटि-वश ऐसी वस्तुओं की उत्पत्ति के लिये किया जाता है जो प्राकृतिक वरण द्वारा विकास के पूर्व भी विद्यमान थीं।

यदि कतिपय अणुओं के निर्माण सम्बन्धी विचारों के लिये कुछ हद तक रासायनिक रूपान्तरों की आवश्यकता पड़े तो रासायनिक विकास के स्थान पर रासायनिक रूपान्तर पद का व्यवहार किया जा सकता है। ऐसे रासायनिक रूपान्तर ऊष्मागतिकीय तथा गतिज मान्यताओं के अनुसार अग्रसर हो सकते हैं और इनके साथ विकास सम्बन्धी किसी भी प्रकार की विचारधारा को, यहाँ तक कि दूरतम प्रसंग में भी, सम्मिलित नहीं किया जा सकता। ऐसे रासायनिक रूपान्तरों के लिये केवल ऊष्मागतिकीय एवं गतिज विचार ही आवश्यक होंगे, प्रतिकृतिक प्रकार के सूचक किसी भी त्रिविमीय अवयव की आवश्यकता नहीं है। इससे निर्जीव प्रणालियों के सामान्य रासायनिक रूपान्तर एवं जीवित प्रणाली के विकासमान अनुकूलनों में स्पष्ट अन्तर हो जाता है।

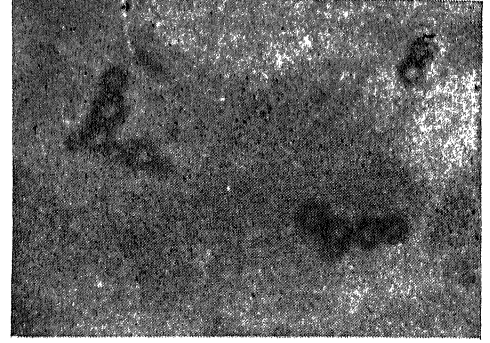
ऊष्मागतिकी मान्यताओं के अनुसार समय के बढ़ने के साथ ही ऐसे निर्जीव रासायनिक रूपान्तरों के ऐन्ट्रापी में वृद्धि होगी जिससे सुसंयोजित ढाँचा बनने के बजाय अनिश्चितता की दशा प्राप्त होगी। यदि जीवन की उत्पत्ति होनी ही हो तो कोई न कोई व्यवस्थित प्रक्रम अवश्य रहता किन्तु ऐसे प्रक्रम का होना आणविक या रासायनिक विकास सम्बन्धी आधुनिक विचारधारा द्वारा तब तक विवेचित नहीं हो पाता जब तक कि द्रव्य में कुछ ऐसी अतिरिक्त विशिष्टतायें न हों जिनका उल्लेख आगे किया जा रहा है। अप्रत्यक्ष रूप से ऐसा विचार किया जाता है कि एक बार अवयवी अणुओं का मिश्रण उपस्थित हो जाय तो जीवन का स्वतः उदय एवं विकास होने लगेगा।

आज की कोशाओं के कई अंग हैं—यथा क्लोरोप्लास्ट जो प्रकाश संश्लेषण में सहायता करते हैं; माइटोकोण्ड्रिया जो उपापचयन को नियन्त्रित करने वाले ऐंजाइमी-परिवर्तनों को लाते हैं, माइक्रोसोम जो

प्रोटीन तथा कतिपय राइबोन्यूक्लिक अम्लों का संश्लेषण करते हैं एवं डेसाक्सीराइबोज न्यूक्लिक अम्ल युत क्रोमोसोम आदि। किन्तु ये सभी उस विशिष्ट स्थिति के ही सूचक हैं जो प्रारम्भ में आणविक संयोजन के फलस्वरूप सर्वसत्ता-जीवित प्रणाली के रूप में थी न कि किसी एक न्यूक्लिक अम्ल के अणु को जो अपने में कुछ भी नहीं है[5]।

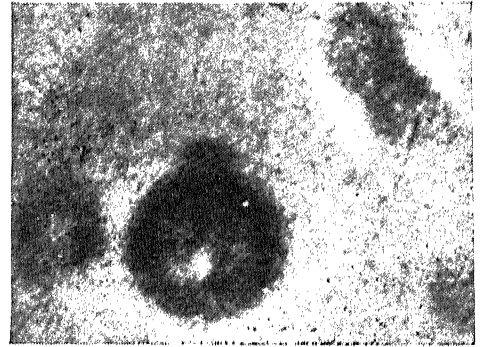
प्रकाश रासायनिक विधि से संश्लिष्ट जीवाणु का माइक्रोग्राफ। आवर्धन × 1500

Micrograph of Jeewanu synthesised photochemically, mag. × 1500

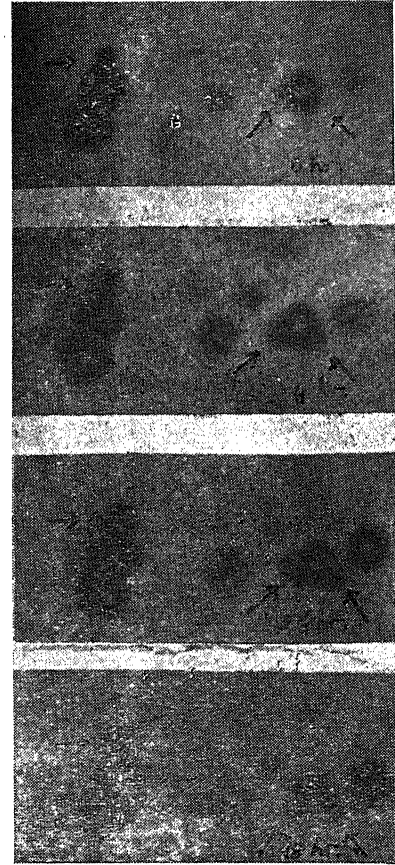
जीवाणु का माइक्रोग्राफ जिसमें कलिकायें प्रदर्शित हैं। आवर्धन × 1000

Micrograph of Jeewanu showing buddings, mag. × 1000.

जीवाणु का माइक्रोग्राफ जिसमें सीमा-भित्ति तथा आन्तरिक संरचनायें प्रदर्शित हैं। आवर्धन × 2000

Micrograph of Jeewanu showing the boundary wall and internal structures mag. × 2000.

कलिका-युत जीवाणु का माइक्रोग्राफ़ 1500 गुना आवर्धित

Micrograph of a Jeewanu with a bud (photographed at 1500 mag. and highly magnified).

वर्तमान जीवित प्रणालियों में आनुवंशिक पितृ से सन्तानों तक न्यूक्लिक अम्ल द्वारा स्थानान्तरित होता है। अनुक्रम परिकल्पना (sequence hypothesis) से यह अनुमोदन होता है कि न्यूक्लिक अम्ल अणुओं में आनुवंशिक (genetic) सूचनायें संग्रह रहती हैं और ये रैखिक रूप में प्रेषित होती हैं। इसे प्रोटीन में पाये जाने वाले ऐमीनो अम्लों के अवशेषों के रैखिक क्रम द्वारा व्यक्त किया जाता है। यह सूचना केवल एक दिशा में प्रेषित की जाती है अर्थात् न्यूक्लिक अम्ल के आधार अनुक्रम (base sequence(से प्रोटीन अणुओं के ऐमीनो अम्ल तक। क्रिक[11] ने प्रमाण प्रस्तुत किये हैं कि प्रोटीन की त्रिविमीय संरचना, प्रोटीन अणुओं के भीतर एंव परिवेश के अणुओं की प्रति क्रियायें (interaction) तथा प्रोटीन के समूहन की क्रियायें अवयवी ऐमीनों अम्लों की विशिष्ट व्यवस्था के कारण हैं। ऐसे काल निरपेक्ष शब्दकोश के संग्रह का कार्य चालू है जो न्यूक्लिक अम्ल आधारों के अनुक्रम को व्यक्त कर सके जो प्रोटीन में विशिष्ट ऐमीनो अम्लों में प्रेषित होते हैं [12-16]।

जीवाणु में कालिकाओं का निर्माण एवं वृद्धि को दिखाने वाले माइक्रोग्राफ, आवर्धन $\times$ 1500

Time-lapse micrograph showing formation of buds and their growth in Jeewanu, mag. $\times$ 1500.

किन्तु किसी भी पुनरावृत्ति एवं प्रोटीन संश्लेषण के आधुनिक सिद्धान्त द्वारा आनुवंशिक पाठ की उत्पत्ति प्रस्तावित नहीं होती जो क्रियात्मक प्रोटीनों में प्रतिकृति, अनूदित तथा व्यक्त होती हो। अनुकृत, कोडिंग (संकेतन) तथा प्रोटीन संश्लेषण की अनुकृति के अधिकांश सिद्धांत जैविक वृहद आणुओं की उप-इकाई के अनुक्रम में किसी प्रकार के नियम, नियन्त्रण या सम्भवन का अभाव देखते हैं जब तक कि आनु-वंशिक अनुक्रम में कोई ऐसा क्रम पहले से विद्यमान न हो[17]।

सामान्यतः आनुवंशिकीविदों का विश्वास है कि इस आनुवंशिक क्रम की उत्पति, जो न्यूक्लिक अम्ल में आधारों के रेखीय अनुक्रमों के रूप में पाया जाता है याद्दच्छिक, कल्पित त्रुटियों की स्मृति में प्राकृतिक वरण के विकासमान प्रक्रम के रूप में अथवा किसी पहले से विद्यमान अनुक्रम की पुनरावृति के रूप में अथवा पुनर्जनन के प्रक्रम में अनुक्रमों के मिश्रण के फलस्वरूप हुई होगी। आनुवंशिक क्रम का प्रारम्भिक उदय उप-इकाइयों के संयोजन के फवस्वरूप हुआ माना जाता है जो आज्ञात कारणों से स्वतः आवृति करने में समर्थ

हो सका। यह प्राकृतिक वरण की विचार-धारा का गलत प्रयोग है। प्राकृतिक वरण का सिद्धान्त ऐसी इकाइयों से जो अनुकृति में समर्थ हैं उनमें से अन्ततः चुनाव करने को दर्शाता है। यह संश्लेषण के समय किसी विशिष्ट क्रम के होने के सम्बन्ध में किसी नियम को निर्धारित नहीं करता और पुनर्जनन की क्षमता के सम्बन्ध में तो बिल्कुल ही नहीं।

मुलर के अनुसार[18] गुणन, परिवर्तन, वरण तथा अनुकूलन के प्रक्रमों द्वारा आनुवंशिक सूचना उत्पन्न होती है जिससे किसी एक अनुक्रम का चुनाव होता है। किन्तु इनसे ऐसी आनुवंशिक सूचनायें ही संग्रहीत होती हैं जिससे विशिष्ट दशा का बोध होता है किन्तु प्रारम्भिक दशाओं में इस अवस्था को उत्पन्न करने के सम्बन्ध में किसी प्रकार की सूचना प्रदान नहीं करता।

विकास में अनुकूलन की घटना महत्वपूर्ण है और जीवित प्रणाली के लिए आवश्यक गुणधर्म मानी जाती है। जहाँ तक किसी प्रजाति के लक्षणों के परिवर्तन का प्रश्न है यह अनुकूलन विकास का महत्वपूर्ण पक्ष है और जितने भी परम्परागत अनुकूली विभिन्नता हैं वे विकासीय परिवर्तन हैं। किन्तु इसका विलोम कथन कि सभी विकासीय परिवर्तन अनुकूली हैं सत्य नहीं है।

विकास के दो प्रमुख पक्ष हैं। प्रथम तो वह जो परिवर्तनों द्वारा व्यक्त होता है और दूसरा वह जिससे नवीन प्रजातियों का जन्म होता है। अधिकांश विकासीय परिवर्तन प्रथम कोटि में आते हैं और ये वे परिवर्तन हैं जो किसी प्रजाति या प्रजाति के सदस्य में परिवेश के अनुसार होते हैं। इन्हीं परिवर्तनों से जनसंख्या का अस्तित्व बना रहता है। तब केवल प्राकृतिक वरण का क्रम चालू होता है। इसके द्वारा पितृ एंव शेष जन-संख्या में कोई असमानता नहीं आने पाती। असमानता के कारण ही प्राकृतिक वरण होता है। यदि क्रमिक मन्द परिवेशात्मक परिवर्तन होता है तो प्राकृतिक वरण के द्वारा जनसंख्या में अनुकूलन के परिवर्तन परिलक्षित हो सकते हैं।

इस प्रकार विकास को अनुकूलनों का सार-संकलन कहा गया है। इसे और सरल शब्दों में इस प्रकार कहा जा सकता है कि "अनुकूलन ही विकास है"।[19]

विभिन्न सदस्यों से बनी हुई जनसंख्या उसके द्वारा वहन की जाने वाली विभिन्न जीनों (genes) की आवृतियों में क्रमानुसार परिवर्तन के माध्यम से नये पिरवेश के अनुसार अपने को ढालती है। जीवाणवीय जनसंख्या जिसमें एकाकी जीन परिवर्तनों के द्वारा कतिपय परिवेशीय प्रतिबंध पूर्ण होते हैं तथा जहाँ संततियाँ पितृ के ही समान होती हैं वहाँ जनसंख्या का अनुकूलन एक ही पीढ़ी में पूरा हो जाता है। द्विगुणित संकर निषेचित सदस्यों में जीन पुनःसंयोजन के फलस्वरूप समलक्षणी पितृ एवं उसकी संततियों में जीवाणुओं की अपेक्षा कही न्यून सम्बन्ध देखा जाता है।

अनुकूलन की घटना को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है: "यदि किसी जीवित प्रणाली पर प्रतिबन्ध लगाया जाय तो यदि सम्भव हुआ तो प्रणाली में ऐसा परिवर्तन घटित होगा जिससे वह प्रतिबन्ध समाप्त हो जाय।" कोई भी जीवित प्रणाली संतुलन में रहने वाली प्रणाली है। अतः अनुकूलन की उपर्युक्त परिभाषा को इस प्रकार संशोधित किया जा सकता है कि "यदि किसी संतुलन को प्राप्त प्रणाली पर प्रति-

बन्ध लगाया जाय तो प्रणाली के भीतर ऐसा परिवर्तन होगा जिससे यह प्रतिबन्ध दूर हो जाय" किन्तु यह तो ल शतालिए का सिद्धान्त है जिसे उन्होंने रासायनिक संतुलन के लिये 1888 ई० में प्रस्तावित किया था।

इस प्रकार अनुकूलन न केवल रासायनिक सन्तुलन में पाया जाता है वरन् यह सन्तुलन को प्राप्त किसी भी प्रणाली में, जिसमें जीवित प्रणाली सम्मिलित है, पाया जाता है। बहादुर तथा सक्सेना[19] ने ऐंजाइम-माध्यमों में अनुकूलन की घटना का अवलोकन किया है। एंजाइमों में ऐसे भी अनुकूलन देखे गये हैं[20] जहाँ उबालने या विप्रकृतीकरण के द्वारा प्रोटीन अणुओं में अव्यवस्था आ जाती है किन्तु इस प्रभाव का शीघ्र ही निराकरण हो जाता है जिसमे नवीन अणुओं की सृष्टि न होकर अकुंडलित दशा से व्यवस्थित दशा प्राप्त हो जाती है। यह सूचित किया गया है कि ऐंजाइम को निष्क्रिय बना कर यह दिखाया जा सकता है कि निष्क्रियता का कारण उन तृतीयक तथा चतुर्थक संरचनाओं का विनष्टीकरण है जो परस्पर संकुलित हैं किन्तु प्राथमिक संयोजकता द्वारा जुड़ी नहीं हैं। इस निष्क्रिय पदार्थ को उपयुक्त ताप पर रखने पर 95% ऐंजाइमी-सक्रियता पुनः प्राप्त की जा सकती है और तृतीयक तथा चतुर्थक संरचनायें पुनरुत्पादित हो सकती हैं[21]। इस प्रकार के विनष्टीकरण द्वारा प्राथमिक संरचना प्राप्त की जा सकती है और विपरीत दिशा में चलकर तृतीयक तथा चतुर्थक संयोजन तक पहुँचा जा सकता है। ऐल्डोलेक्स में इस दशा को पूर्णरूप से प्राप्त किया जा सकता है।[21]

इनमें से अनेक परिवर्तनों की विवेचना ऊष्मागतिकी स्थायित्व के द्वारा की जा सकती है। बहादुर तथा रंगनायकी[22,23] का अभिमत है कि किसी भी संतुलन प्राप्त प्रणाली में अनुकूलन का गुणधर्म निहित रहता है जिसकी अभिव्यक्ति ल शतालिए का सिद्धान्त है। किन्तु कोरे अनुकूलन के कारण विकास सम्भव नहीं। विकास के पूर्व प्रणाली में प्रतिकृति करने की क्षमता होनी अनिवार्य है। बहादुर तथा रंगनायकी[22, 23] के अनुसार उपर्युक्त दशाओं में द्रव्य में द्विगुणन की विशेषता निहित रहती है। बहादुर[24] के अनुसार क्वांटम यांत्रिकी संस्पंदन अन्तःक्रिया का स्थायित्व बल[25] ही द्रव्य के इस गुणधर्म को व्यक्त करता है। सर्वप्रथम जीवित प्रणाली अवश्य ही छोटे छोटे अणुओं से निर्मित रही होगी जिसमें आणविक अन्तः क्रिया बल संस्पंदन अतः क्रिया बलों से काफी लघु रहे होंगे। एक बार प्रतिरूपी आकृति (माडेल) बन जाने पर वह इस बल के द्वारा स्थिर हुई होगी जिससे और भी अनेक आणविक संरचनायें बनी होंगी। जब आणविक अन्तः क्रिया बल क्वांटम यांत्रिकी संस्पंदन अंतःक्रिया बलों से बलशाली होंगें तो दीर्घतर अणुओं से निर्मित प्रणाली का विकास लघुतर अणुओं से हुआ होगा और इस संधिकाल में न्यूक्लिक अम्ल द्वारा प्रेरित द्विगुणन क्रिया चालू हुई होगी। यह विचार-धारा बायपोएसिस (biopoesis) के अध्ययन की विकासवादी धारा से मेल खाती है।

गुणन तथा अनुकूलन के गुणधर्मों से युक्त द्रव्य द्वारा ऐसी प्रणालियों का जन्म होगा जो यदि सूक्ष्मतर अणुओं से बनी हों तथा खुली प्रणाली प्रकार के गतिशील संतुलन में हों तो वे वृद्धि, गुणन तथा उपापचयी सक्रियता प्रदर्शित करेंगी, उनमें अनुकूल का गुणधर्म होगा और उनमें विकास होगा। इस प्रकाश में आणविक या रासायनिक विकास जीवन तथा जीवित प्रणाली संश्लेषण में एक अनिवार्य अवस्था के रूप में पाई जावेगी। जहाँ कहीं भी आवश्यक दशायें प्राप्त हुई होंगी, वहीं आणविक समूह बनने के पूर्व भी द्रव्य का विकास होता

रहा होगा। बर्नाल[5] ने ऐसी उपापचयी इकाइयों के अस्तित्व की सम्भावना व्यक्त की है जो प्रथम जीवित प्रणाली के निर्माण के पूर्व रही होगी।

अन्ततः द्रव्य के द्विगुणन तथा अनुकूलन इन निहित गुणधर्मों के कारण सूक्ष्म आकार वाली वस्तुओं की उत्पति हुई जिनमें वृद्धि, पुनर्जनन तथा सक्रियता थी और वे अनुकूलन में समर्थ थे जिससे विकास हुआ। ऐसी इकाइयाँ का कृत्रिम संश्लेषण किया जा चुका है और इनका नाम "जीवाणु" रखा गया है। यह संस्कृत शब्द है जिसका अर्थ है जीव के कण[23]। इन इकाइयों को संवर्द्धित किया जा सकता है[27,23]। इनकी विशिष्ट आकारिकी होती है[27,29]। जीवाणु के प्रकाशरासायनिक उत्पति सम्बन्धी प्रयोगों को ब्रिग्स[30] ने स्वतन्त्र रूप से पुष्टि करते हुये उन्हें आगे बढ़ाया है।

निर्देश

1. ऐंगेल्स, एफ०। *Dialectics of Nature. Partizdat*, 1933।
2. मिचेल, पी०। **सिम्पो० सोसा० एक्सपे० बायो०**, 1954, **8,** 254।
3. ओपैरिन, ए० आई०। *The Origin of Life* **डोबर प्रकाशन, न्यूयार्क** 1953।
4. कैल्विन, एम०। **प्रोसी० 10वाँ इंटरने० बाट० काँग्रेस**, 1964, 41-56।
5. बर्नाल, जे० डी०। **ओसनिओ० अमे० एसोशि० एडवांसमेंट साइं०**, 1961, 95-118।
6. विनोग्रैडोव, ए० पी०। **चोथा इंटरने० सिम्पो०**, *Origin of Life on Earth*, **मास्को**, 1957, 23-3।
7. लेविन, बी० यू०। **प्रिरोडा, लेनिनग्राड**, 1949, **10,** 3।
8. वही। **इज्वे० एके० नाउक०, रूस**, 1953, **4,** 289।
9. वही। **इंटरने० सिम्पो०** *"Origin of Lif on Earth"* **मास्को** 1957, **परगैमन प्रेस**, 1959, 67-75।
10. ब्लम, एच० एफ०। **अमे० साइंटिस्ट**, 1961, **49,** 474-501।
11. क्रिक, एफ० एच० सी०। सिम्पो० सोसा० एक्सपे० बायोला० *"On Protein Synthesis"* **गेट ब्रिटेन**, 1958, **12,** 138।

12. गैमो, जी०, रिच, ए०, यकुआस, एम० । *Advances in Biological and Medical Physics* एकेडमिक प्रेस, न्यूयार्क, 1956, 23 ।

13. क्रिक, ग्रिफिथ, तथा आर्गेल । प्रोसी० नेश० एके० साइं० (अमरीका), 1959, **43,** 416 ।

14. गोलोम्ब, एस० डब्लू०, वेल्च, एल० आर० तथा डल्ब्रेक, एम० के० । *Danske Vidensk, Selsk* (*Biol. Medd*). 1958, **23,** 9 ।

15. यकुआस, एम० । *Information Theory of Biology* परगैमन प्रेस, न्यूयार्क, 1958, 70 ।

16. वोसे, सी० आर० । बायोकेमि० तथा बायोफिजिक्स रिसर्च कम्यूनिकेशन, 1961, **5**, 88 ।

17. ब्रेनर, एस० । *The Mechanism of Gene action* जे०ए० चर्चिल लि०, लंदन, 1959 ।

18. मुलर, एच० जे० । बुले० अमे० मैथ० सोसा०, 1958, **64,** 137 ।

19. वैलेस, बी० तथा एड्रियन, एम० । *Adaptation*. प्रेंटिस हाल, नई दिल्ली, 1963

20. बहादुर, के० तथा सक्सेना, आई० । बायोलाजिया प्लैन्टारम, 1965, **7,** 86 ।

21. कैल्विन, एम० तथा कैल्विन, सी० जे० । अमे० साइंटिस्ट, 1964, **52,** 163-183 ।

22. जाबिन, आई० । *Proteins in Lectose System*. 1964 ।

23. बहादुर, के०, रंगनायकी, एस० । *Zbl. Bakt*, 1964, **117,** 567-74 ।

24. वही । विज्ञान परिषद अनु० पत्रिका, 1963, **6,** 63 ।

25. बहादुर, के० । *Zbl. Bakt*, 1964, **118,** 671-94 ।

26. जार्डन, पी० । फिजिक्स जर्न०, 1938, **39,** 711 ।

27. पालिंग, एल० तथा डेल्ब्रक, एम० । साइंस, 1940, **92,** 77 ।

28. बहादुर, के०। *Zbl. Bakt*, 1964, **117** 585-602।

29. बहादुर, के०। *Synthesis of Jeewanu, the Protocell.* रामनारायण लाल बेनी प्रसाद, इलाहाबाद, 1966।

30. कुमार, ए०। इलाहाबाद विश्वविद्यालय, डी० फिल० थीसिस, 1966।

31. ब्रिग्स, एम० एच०। स्पेस फ्लाइट, 1965, 7, 129-31।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 127-132

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 127-132

सार्वीकृत हाइपरज्यामितीय फलनों वाले समाकल

श्याम लाल कल्ला

गणित विभाग, मालवीय क्षेत्रीय अभियांत्रिक महाविद्यालय, जयपुर

[प्राप्त—जुलाई 21, 1966]

सारांश

प्रस्तुत टिप्पणी का उद्देश्य एक समाकल का मूल्यांकन है, जिसमें सार्वीकृत हाइपरज्यामितीय फलन का गुणनफल निहित है, तथा दो संगमी हाइपरज्यामितीय फलनों (confluent hypergeometric functions) Ξ_2 और ϕ_3 का माइजर परिवर्त में प्रतिबिम्ब ज्ञात करना है। इसके लिए क्रियाकरण कलन (Operational calculus) का प्रयोग किया गया है।

Abstract

Integrals involving generalized hypergeometric functions. *By* Shyam Lal Kalla, Department of Mathematics, Malaviya Regional Engineering College, Jaipur.

The object of the present note is to evaluate an infinite integral involving product of hypergeometric functions and to obtain images of two confluent hypergeometric functions Ξ_2 and ϕ_3 in Meijer transform with the help of Operational Calculus.

1. प्रतिष्ठित लैपलास परिवर्त

$$\phi(p) = p\int_0^\infty e^{-pt} f(t)\, dt \tag{1·1}$$

को माइजर ने [7] निम्न रूप में सार्वीकृत किया :

$$\phi(p) = \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} p \int_0^\infty (pt)^{1/2} K_v(pt) f(t)\, dt \tag{1·2}$$

जब $v = \pm\frac{1}{2}$ होता है, तब (1·1), (1·2) के विशेष रूप की भाँति आता है, क्योंकि एक परिचित एक-रूपकता

$$K_{\pm 1/2}(x) = \left(\frac{\pi}{2x}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-x}$$

रहती है।

यहाँ भी अन्यत्र की भाँति संकेत $\phi(p) \overset{k}{\underset{v}{=}} f(t)$ का प्रयोग माइजर परिवर्त (1·2) को व्यक्त करने के लिए होगा, जब कि बहु प्रचलित संकेत $\phi(p) \doteq f(t)$ का प्रयोग आवश्यकतानुसार लापलास परिवर्त को व्यक्त करने के लिए किया जाएगा।

2. इस भाग में एक समाकल का मूल्यांकन किया गया है जिसमें F_c[3, p. 114] और ${}_2F_1$ फलनों का गुणनफल निहित है।

यह ज्ञात है [2, पृ० 294] कि,

$$(2\cdot1) \qquad e^{ap/2} p^{m+k} W_{k,m}(ap) \doteq \frac{a^k t^{-m-2k}}{\Gamma(1-m-2k)} {}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}-k\pm m;\ 1-m-2k;\ -\frac{t}{a}\right),$$

जबकि $\qquad R(p)>0,\ R(a)>0$ और $R(1-m-2k)>0.$

तथा [6]

$$e^{-at} t^{v+M-m-1} \psi_2\left(v+M;\ \mu_1+1,\ \ldots,\ \mu_n+1;\ -\frac{\alpha_1^2 t}{4},\ldots,-\frac{\alpha_n^2 t}{4}\right) \doteq p(p+a)^{m-v-M} \times$$

$$(2\cdot2) \qquad \Gamma(v+M-m) F_c\left\{v+M,\ v+M-m;\ \mu_1+1,\ldots,\mu_n+1;\ -\frac{\alpha_1^2}{4(p+a)},\ldots,-\frac{\alpha_n^2}{4(p+a)}\right\}.$$

जबकि, $\qquad R(p)>0$ और $R(v+M-m)>0. \quad M=\mu_1+\ldots,+\mu_n.$

इन सम्बन्धों को पार्सेवल-गोल्डस्टाइन प्रमेय [4, पृ० 105] में प्रयुक्त करने पर,

$$(2\cdot3) \qquad \frac{a^{m+k+1/2}\,\Gamma(v+M+m)}{\Gamma(1-m-2k)} \int_0^\infty t^{-m-2k}(a+t)^{m-v-M} {}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}-k\pm m;1-m-2k;\ -\frac{t}{a}\right)$$

$$\times F_c\left\{v+M, v+M-m; 1+\mu_1, \ldots, 1+\mu_n; -\frac{\alpha_1^2}{4(t+a)}, \ldots, -\frac{\alpha_n^2}{4(t+a)}\right\} dt$$

$$= a^{m+1/2}\int_0^\infty e^{-at/2} W_{k_1 m}(at)\, t^{v+M+k-2} \psi_2\left(v+M; \mu_1+1, \ldots, \mu_n+1; -\frac{\alpha_1^2 t}{4}, \ldots, -\frac{\alpha_n^2 t}{4}\right) dt.$$

दाँए समाकल का मान ज्ञात फल [6] द्वारा रखने पर,

$$\int_0^\infty t^{-m-2k} (a+t)^{m-v-M} {}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}-k\pm m; 1-m-2k; -\frac{t}{a}\right) \times$$

$$F_c\left\{v+M, v+M-m; \mu_1+1, \ldots, \mu_n+1; -\frac{\alpha_1^2}{4(t+a)}, \ldots, -\frac{\alpha_n^2}{4(t+a)}\right\} dt$$

$$(2\cdot4) \qquad = \frac{\Gamma(1-m-2k)\Gamma(k+v+M\pm m-\frac{1}{2})}{\Gamma(v+M)\Gamma(v+M-m)} a^{1-v-M-2k}$$

$$\times F_c\left\{k+v+M+m-\tfrac{1}{2}, k+v+M-m-\tfrac{1}{2}; \mu_1+1, \ldots, \mu_n+1; -\frac{\alpha_1^2}{4a}, \ldots, -\frac{\alpha_n^2}{4a}\right\}.$$

जबकि $R(a)>0$, $R(1-m-2k)>0$ और $R(k+v+M\pm m-\frac{1}{2})>0$.

$$M=\mu_1+\ldots+\mu_n.$$

विशेष दशायें :

यदि $\alpha_3=\ldots=\alpha_n=0$ तब [2·4] का मान निम्नांकित हो जाता है :

$$\int_0^\infty t^{-m-2k}(a+t)^{m-v-M} {}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}-k\pm m; 1-m-2k; -\frac{t}{a}\right) \times$$

$$F_4\left(v+M, v+M-m; \mu_1+1, \mu_2+1; -\frac{\alpha_1^2}{4(t+a)}, -\frac{\alpha_2^2}{4(t+a)}\right) dt.$$

$$(2\cdot5) \qquad = \frac{\Gamma(1-m-2k)\Gamma(k+v+M\pm m-\frac{1}{2})}{\Gamma(v+M)\Gamma(v+M-m)} a^{1-v-M-2k}$$

$$F_4\left(k+v+M+m-\tfrac{1}{2},\ k+v+M-m-\tfrac{1}{2};\ \mu_1+1,\ \mu_2+1;\ -\frac{\alpha_1^2}{4a},\ -\frac{\alpha_2^2}{4a}\right)$$

जबकि $M=\mu_1+\mu_2$, $R(a)>0$, $R(1-m-2k)>0$ और

$$R(k+v+M\pm m-\tfrac{1}{2})>0.$$

बुर्चनाल [1, पृ० 101] के अनुसार यदि F_4 फलन के दो चर (variables) बराबर हों, तो वह ${}_4F_3$ में परिवर्तित हो जाता है। अतः

$$F_4\left(\alpha, \beta; \gamma, \delta; x, x\right) = {}_4F_3\left(\begin{matrix}\alpha, \beta, \tfrac{1}{2}(\gamma+\delta-1), \tfrac{1}{2}(\gamma+\delta) \\ \gamma, \delta, \gamma+\delta-1\end{matrix}; 4x\right) \tag{2.6}$$

जबकि $|x|<\frac{1}{4}$

अतः यदि (2.5) में $\alpha_1=\alpha_2$, तब उसका मान निम्नांकित हो जाएगा,

$$\int_0^\infty t^{-m-2k}(a+t)^{m-v-M}\,{}_2F_1\left(\tfrac{1}{2}-k\pm m;\ 1-m-2k;\ -\frac{t}{a}\right)$$

$$\times\,{}_4F_3\left(\begin{matrix}v+M, v+M-m, \tfrac{1}{2}(1+M), \tfrac{1}{2}(2+M) \\ 1+\mu_1, 1+\mu_2, 1+M\end{matrix}; -\frac{\alpha_1^2}{4(t+a)}\right)dt$$

$$= \frac{\Gamma(1-m-2k)\,\Gamma(k+v+M\pm m-\tfrac{1}{2})}{\Gamma(v+M)\,\Gamma(v+M-m)}\,a^{1-v-M-2k} \tag{2.7}$$

$$\times\,{}_4F_3\left(\begin{matrix}k+v+M+m-\tfrac{1}{2}, k+v+M-m-\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}(1+M), \tfrac{1}{2}(2+M) \\ 1+\mu_1, 1+\mu_2, 1+M\end{matrix}; -\frac{\alpha_1^2}{a}\right)$$

जबकि $M=\mu_1+\mu_2$, $R(a)>0$, $R(1-m-2k)>0$

और $R(k+v+M\pm m-\tfrac{1}{2})>0.$

(2·5) में $\alpha_2=0$ रखने पर एक परिचित फल [5, पृ० 386] प्राप्त होता है।

3. इस भाग में हम दो संगमी हाइपरज्यामितीय फलनों (confluent hypergeometric functions) Ξ_2 और ϕ_3 का प्रतिबिम्ब माइजर परिवर्त में ज्ञात करेंगे। यह ज्ञात है कि [2, पृ० 223 (15)]

$$(3.1) \qquad t^{\alpha'-1}\Xi_2(\alpha, \beta, \gamma; a, bt) \doteq \Gamma(\alpha')p^{1-\alpha'}\Xi_1\left(\alpha, \alpha', \beta; \gamma; a, \frac{b}{p}\right)$$

जबकि $R(p)>0>R(b)$, $R(\alpha')>0$

तथा [2, पृ० 146]

$$(3.2) \qquad t^{v-1}\, e^{-1/4\, a/t} \doteq 2p\left(\frac{a}{4p}\right)^{v/2} k_v(a^{1/2}p^{1/2})$$

जबकि $R(p)>0,\ R(a)>0.$

(3.1) और (3.2) को पार्सेवल गोल्डस्टाइन प्रमेय [4, पृ० 105] में प्रयुक्त करने पर,

$$(3.3) \qquad \begin{aligned} &a^{v/2}\, 2^{1-v}\int_0^\infty t^{\alpha'-v/2-1} K_v(a^{1/2}\, t^{1/2})\Xi_2(\alpha, \beta; \gamma; a, bt)\, dt, \\ &= \Gamma(\alpha')\int_0^\infty t^{v-\alpha'-1}\, e^{-1/4\, a/t}\,\Xi_1\left(\alpha, \alpha', \beta, \gamma; a, \frac{b}{t}\right)dt \end{aligned}$$

जबकि $R(a)>0,\ R(\alpha')>0,\ R(p)>0>R(b).$

दाएँ समाकल का ज्ञात फल [2, पृ० 223(14) द्वारा मूल्यांकन करने पर तथा कुछ सरल करने पर,

$$(3.4) \qquad \begin{aligned} t^{v+2\alpha'-3/2}\Xi_2\left(\alpha, \beta; \gamma; a, bt^2\right) &\doteq \frac{k}{v}\, 2^{2\alpha'+v-3/2}\,\Gamma(\alpha')\,\Gamma(\alpha'+v)\pi^{-1/2} \\ &\times p^{3/2-v-2\alpha'} F_3\left(\alpha, \alpha', \beta, \alpha'+v; \gamma; a, \frac{4b}{p^2}\right) \end{aligned}$$

जबकि $R(\alpha')>0,\ R(2\alpha'+v-\frac{1}{2})>0,\ R(p)>0>2\, R(b^{1/2}).$

(3·4) एक परिचित फल [2, पृ० 223(16)] देता है, यदि $v=\frac{1}{2}$.

इसी प्रकार (3·2) और [2, पृ० 222 (6]

$$(3.5) \qquad t^{\alpha-1}\phi_3(\beta, \gamma; at, b) \doteq \Gamma(\alpha)p^{1-\alpha}\Xi_2\left(\alpha, \beta, \gamma, \frac{a}{p}, b\right)$$

$R(\alpha)>0,\ R(p)>0>R(a)$

को पार्सेवल गोल्डस्टाइन प्रमेय [4, पृ० 105] में प्रयुक्त करके उस समाकल को जिसमें Ξ_2 हो का मूल्यांकन एक ज्ञात फल [2, पृ० 223(15)] द्वारा करने पर, तथा कुछ सरल करने पर हमें

$$(3.6) \quad t^{2\beta'+v-3/2}\phi_3(\beta, \gamma; a, bt^2) \underset{n}{\overset{k}{\cdot}} 2^{\beta'+v-3/2}\,\Gamma(\beta')\,\Gamma(\beta'+v)\pi^{-1/2}\,p^{3/2-v-2\beta'}$$

$$\Xi_1\left(\beta, \beta', \beta'+v, \gamma; \frac{4b}{p^2}, a\right)$$

प्राप्त होता है, जबकि $\quad R(\beta')>0,\ R(p)>2|R(b^{1/2})|$ और $R(2\beta'+v-\frac{1}{2})>0$

(3.6) एक परिचित फल देता है, [2, पृ० 223 (8)] यदि $v=\frac{1}{2}$

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक मालवीय क्षेत्रीय अभियांत्रिक महाविद्यालय के डा० पी० एन० राठी का आभारी है, जिन्होंने अपने बहुमूल्य सुझावों से लाभान्वित किया ।

निर्देश

1. बुर्चनाल, जे० एल० । **क्वार्ट० जर्न० मैथ० (आक्सफोर्ड)**, 1942, **13**, 90-106 ।
2. एर्डेल्यी, ए० तथा अन्य । **टेबुल्स आफ इण्टेग्रल ट्रान्सफार्म्स, भाग 1, मैक-ग्राहिल, न्यूयार्क**, 1954 ।
3. एपल, पी० और केम्पे डी फेरिट, जे० । *Fonctions hypergeometriques et hyperspheriques Polynomes d' Hermite, Gauthir-Villars, Paris* 1(926) ।
4. गोल्डस्टाइन, एस० । **प्रोसी० लन्दन मैथ० सोसा०**, 1932, **34**, 103-125 ।
5. राठी, सी० बी० । **प्रोसी० नेश० इन्स्टीच्यूट साइं० इंडिया**, 1955, **21-A**, 382-393 ।
6. मल्लू, एच० बी० । Ph. D. Thesis, **जोधपुर विश्वविद्यालय** ।
7. माइजर, सी० एस० । **प्रोसी० कान० नेडर० एकेड० वान वेट**, 1940, **43**, 599-608 ।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 133-141

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 133-141

लैंथेनाइड तत्वों के कार्बनिक यौगिक-भाग 10

(प्रेजियोडिमियम के ब्रोमाइड-ऐल्काक्साइड)

एस० एन० मिश्र

रसायन विभाग, जोधपुर विश्वविद्यालय, जोधपुर

[प्राप्त—मार्च 28, 1966]

सारांश

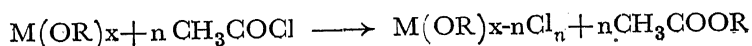
प्रेजियोडिमियिम आइसो प्रोपाक्साइड, नार्मल और तृतीयक ब्यूटाक्साइड की ऐसीटिल ब्रोमाइड से अभिक्रियाएँ बेन्जीन में की गई हैं, जिससे बेन्जीन में अविलेय निम्न प्रकार के यौगिक प्राप्त हुये— $PrBr(OR)_2$, $PrBr_2(OR)$ और $PrBr_3.CH_3COOR$ (जहाँ R $C_3H_7^i$ या $C_4H_9^n$ अथवा $C_4H_9^t$ है)। ये ब्रोमाइड ऐल्काक्साइड आइसोप्रापेनाल के साथ पश्चवहन करने पर विलेय हैं। एस्टर से प्रेजियोडिमियम की अभिक्रिया से $PrCl_3.CH_3COOR$ के प्रकार के क्रियाफल प्राप्त होते हैं।

Abstract

Organic compounds of lanthanide elements Part X. Bromide-alkoxides of praseodymium. *By* S. N. Misra, Chemical Laboratories, University of Jodhpur, Jodhpur (India).

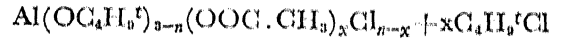
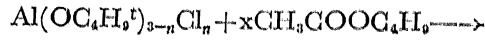
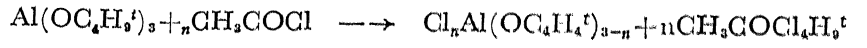
The reactions of praseodymium isopropoxide, normal and tertiary butoxide with acetyl bromide have been carried out in benzene resulting in the isolation of benzene insoluble products of the type $PrBr(OR)_2$, $PrBr_2(OR)$ and $PrBr_3.CH_3COOR$ (where R is $C_3H_7^i$ or $C_4H_9^n$ or $C_4H_9^t$). These bromide alkoxides are soluble in refluxing isopropanol. The reaction of praseodymium chloride with ester yields products of the type $PrCl_3.CH_3COOR$.

ऐसिटिल क्लोराइड के साथ ऐलुमीनियम[1], जिरकोनियम[2] और टाइटैनियम[3] ऐल्काक्साइड की अभिक्रियाओं पर पर्याप्त कार्य हो चुका है। प्राथमिक तथा द्वितीयक ऐल्काक्साइड के साथ अभिक्रियाएँ सरल युग्म अपघटन की रीति से होती हैं:

$$M(OR)x + n\,CH_3COCl \longrightarrow M(OR)x\text{-}nCl_n + nCH_3COOR$$

परन्तु उनके तृतीयक ब्यूटाक्साइड के साथ अभिक्रियाएं एक भिन्न रीति से होती हैं। उदाहरणार्थ ऐलमीनियम तृतीयक ब्यूटाक्साइड की ऐसीटिल क्लोराइड के साथ अभिक्रियाओं में पहले एक मोनोक्लोराइड डाइटर्शियरी ब्यूटाक्साइड बनता है, परन्तु बाद में अभिक्रियाएँ अति मन्द हो जाती हैं। तृतीयक ऐल्काक्साइड के आचरण में इस विभिन्नता का कारण पहले त्रिविम विन्यासी बाधा (steric hindrance) समझा जाता था। निकट वर्तमान में मिश्र तथा मेहरोत्रा[4] ने यह तर्क दिया है कि जैसे जैसे तृतीयक ब्यूटाक्साइड समूह क्लोरीन परमाणु के द्वारा प्रतिस्थापित होते जाते हैं, त्रिविम विन्यासी बाधा को वास्तव में घटता जाना चाहिए। परन्तु इन अभिक्रियाओं में ऐसा प्रतीत होता है कि प्रथम उत्पन्न ऐलुमीनियम क्लोराइड डाइ तृतीयक ब्यूटाक्साइड तृतीयक ब्यूटिल ऐसीटेट से अभिक्रिया करने लगता है जिसके फलस्वरूप ऐलुमीनियम-क्लोराइड बन्ध ऐलुमीनियम ऐसीटेट बन्ध से प्रतिस्थापित हो जाते हैं :

$$Al(OC_4H_9^t)_3 + {}_nCH_3COCl \longrightarrow Cl_nAl(OC_4H_4^t)_{3-n} + nCH_3COCl_4H_9^t$$

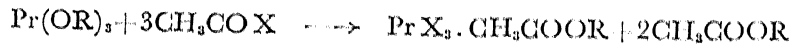
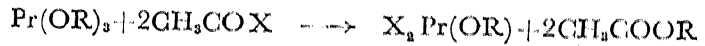
$$Al(OC_4H_9^t)_{3-n}Cl_n + xCH_3COOC_4H_9 \longrightarrow$$

$$Al(OC_4H_9^t)_{3-n}(OOC.CH_3)_xCl_{n-x} + xC_4H_9^tCl$$

जहाँ $n = 1,2$ या 3 और $x = 3$

निम्न प्रेक्षण अति रोचक है कि ऐसिटिल क्लोराइड तथा ऐसीटिल ब्रोमाइड के साथ प्रेजियोडिमियम ऐल्काक्साइड (तृतीयक ब्यूटाक्साइड सहित) की अभिक्रियाएँ बिलकुल सरल रूप से होती हैं, और इन अभिक्रियाओं को निम्न समीकरणों से प्रगट किया जा सकता है :—

$$Pr(OR)_3 + CH_3COX \longrightarrow XPr(OR)_2 + CH_3COOR$$

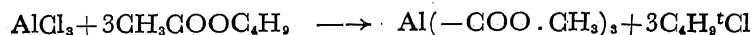
$$Pr(OR)_3 + 2CH_3COX \longrightarrow X_2Pr(OR) + 2CH_3COOR$$

$$Pr(OR)_3 + 3CH_3COX \longrightarrow PrX_3.CH_3COOR + 2CH_3COOR$$

सभी अभिक्रियाएं ऊष्माक्षेपी पाई गईं तथा बेन्जीन के माध्यम में सम्पन्न हुईं। मुक्त ऊष्मा की मात्रा अम्ल हैलाइड की सान्द्रता के साथ बढ़ती जाती है और तृतीयक ब्यूटाक्साइड की अभिक्रियाएं आइसो प्रोपाक्साइड तथा नार्मल ब्यूटाक्साइड की अपेक्षा कम ऊष्माक्षेपी हैं। ये अभिक्रियाएँ बिना गरम किये ही पूर्ण होती प्रतीत होती हैं, परन्तु पूर्णता का निश्चय कर लेने के लिये इन्हें आधे घंटे तक पश्चवहन किया गया।

ये ब्रोमाइड ऐल्काक्साइड एस्टर अणु से योग करने की एक बढ़ती हुई प्रवृत्ति प्रदर्शित करते हैं। उदाहरणार्थ $PrBr(OR)_2$ में एस्टर का अणु संयुक्त होता नहीं प्रतीत होता। इसे सरलता से समझा जा सकता है क्योंकि एक अधिक विद्युत ऋणात्मक ब्रोमाइड मूलक द्वारा ऐल्काक्साइड समूह के प्रतिस्थापन से

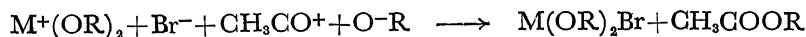
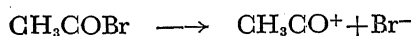
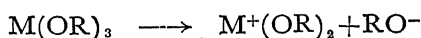
प्रेजियोडिमियम परमाणु के गिर्द इलेक्ट्रान घनत्व घट जायेगा, तथा कार्बनिक एस्टर अणु से दाता बन्ध स्वीकार करने की प्रवृत्ति बढ़ जायेगी। सभी ब्रोमाइड ऐल्काक्साइड बेन्जीन में अविलेय हैं, परन्तु आइसो प्रोपेनाल के साथ पश्चवहन करने से विलेय हो जाते हैं, और फिर उससे क्रिस्टलित किये जा सकते हैं। अतः ऐसा प्रतीत होता है कि अणु में विद्युत ऋणात्मक ब्रोमाइड मूलक के प्रवेश से वे पर्याप्त रूप से विद्युत संयोजक हो जाते हैं जिसके फलस्वरूप बेन्जीन में अविलेय हो जाते हैं।

प्रेजियोडिमियिम ऐल्काक्साइड तथा ऐसीटिल ब्रोमाइड की अभिक्रियाओं से $PrBr_3.CH_3COOR$ की सहज प्राप्ति से यह प्रगट है कि इनमें पार्श्व अभिक्रियाएं नहीं होतीं। प्रेजियोडिमियम क्लोराइड तथा आइसोप्रोपिल, नार्मल और तृतीयक ब्यूटिल ऐसीटेट की अभिक्रियाओं से निम्न प्रकार के क्रियाफल प्राप्त हुये--$PrCl_3 . CH_3COOR(R = C_3H_7$, या $C_4H_9{}^n$या $C_4H_9{}^t)$। यहाँ पर इस बात की चर्चा करना उपयुक्त होगा कि इसके विपरीत ऐलुमीनियम ट्राइक्लोराइड की तृतीयक ब्यूटिल ऐसीटेट के साथ बड़ी तीव्र अभिक्रिया होती है और अन्त में ट्राइ ऐसीटेट प्राप्त होता है।

$$AlCl_3 + 3CH_3COOC_4H_9 \longrightarrow Al(-COO.CH_3)_3 + 3C_4H_9{}^tCl$$

ब्रैडले, हलीम और वार्डला[2] ने धात्विक ऐल्काक्साइड और अम्ल हैलाइड की अभिक्रियाओं में दो प्रकार के आयन तथा मूलकों के परस्पर विनिमय की क्रियाविधियों (mechanism) के संभावना की विवेचना की है। उनके अत्यधिक विद्युत धनात्मक स्वभाव के कारण (जो कि ऐल्काक्साइड[6] के एकलक प्रकृति से प्रगट है) प्रेजियोडिमियम के ऐल्काक्साइड (तृतीयक ब्यूटाक्साइड सहित) में आयनी क्रियाविधि अधिक युक्तसंगत प्रतीत होती है।

$$M(OR)_3 \longrightarrow M^+(OR)_2 + RO^-$$

$$CH_3COBr \longrightarrow CH_3CO^+ + Br^-$$

$$M^+(OR)_2 + Br^- + CH_3CO^+ + O^-R \longrightarrow M(OR)_2Br + CH_3COOR$$

इस सरल क्रियाविधि से इस बात की गुणात्मक व्याख्या हो जाती है कि प्रेजियोडिमियम के तृतीयक ऐल्किल समूह की अभिक्रिया में द्वितीयक तथा प्राथमिक की अपेक्षा $(+I)$ प्रभाव अधिक क्यों है। अतः ऐल्काक्साइड अधिक संयोजकता प्रदर्शित करेंगे ज्यों-ज्यों कार्बन श्रृंखला अधिक शाखित होती जायेगी। ऐलुमीनियम तथा टाइटैनियम में यह प्रभाव इतना अधिक महत्वपूर्ण हो सकता है कि वह उसके तृतीयक ब्यूटाक्साइड की अभिक्रिया विधि ही परिवर्तित कर दे। प्रेजियोडिमियम तृतीयक ब्यूटाक्साइड की अभिक्रिया में कोई परिवर्तन न होने का कारण उसका अधिक विद्युत धनात्मक स्वभाव है।

प्रयोगात्मक

उपकरण :—वही उपकरण प्रयुक्त हुए, जिनकी चर्चा पहले के कार्य[6–7] में की जा चुकी है।

सामग्री :—प्रेजियोडिमियम आइसोप्रोपाक्साइड सोडियम आइसो-प्रोपाक्साइड विधि[8] के द्वारा तैयार किया गया। नार्मल तथा तृतीयक ब्यूटाक्साइड प्रेजियोडिमियम आइसोप्रोपाक्साइड[9] के ऐल्कोहालीय अपघटन के द्वारा तैयार किये गये। प्रयोग के पहले ऐसीटिल ब्रोमाइड (बी डी एच/ए० आर) आसवित किया गया।

वैश्लेषिक :—प्रेजियोडिमियम का अनुमापन आक्जीनेट के रूप में किया गया। आइसोप्रोपाक्साइड का निश्चयन क्रोमेट[10] से आक्सीकृत कर के किया गया।

बेन्जीन की उपस्थिति में प्रेजियोडिमियम आइसोप्रोपाक्साइड और ऐसीटिल ब्रोमाइड की अभिक्रिया (आणविक अनुपात 1 : 1) :—

बेन्जीन (66 ग्राम) में ऐसीटिल ब्रोमाइड (0·492 ग्राम) के विलयन में प्रेजियोडिमियम आइसो-प्रोपाक्साइड (1·231 ग्राम) मिलाने से एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया हुई तथा एक हरा अवक्षेप पृथक हो गया। अभिक्रिया मिश्रण को ठण्डा करके खूब हिलाया गया, और फिर आधे घंटे तक पश्चवाहक के साथ गरम किया गया। तब इसे छान लिया गया, और प्राप्त हरा ठोस पदार्थ न्यूनीकृत दाब पर कमरे के ताप पर ही सुखा लिया गया, (प्राप्ति 1·36 ग्राम)। क्रियाफल को आइसोप्रोपेनाल से क्रिस्टलित किया गया।

प्राप्त :—Pr, 41·72; Br, 23·60; $OC_3H_7^i$, 31·08%

$PrBr(OC_3H_7^i)_2$ के अनुसार

गणित :— Pr, 41·56; Br, 23·56; $OC_3H_7^i$, 34·86%

संक्षेपन के लिये प्रेजियोडिमियम आइसोप्रोपाक्साइड, नार्मल और तृतीयक ब्यूटाक्साइड को ऐसीटिल ब्रोमाइड के साथ अभिक्रियाएं सारणी 1-3 में प्रदर्शित हैं।

प्रेजियोडिमियम क्लोराइड और आइसोप्रोपिल ऐसीटेट की अभिक्रिया :—

अजल प्रेजियोडिमियम क्लोराइड (2·431 ग्राम) में आइसो प्रोपिल ऐसीटेट (18·8 ग्राम) मिलाया गया, जिससे एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया हुई। अभिक्रिया मिश्रण को पश्चवाहित किया गया जिससे मातृद्रव से एक हरा क्रिस्टलीय पदार्थ पृथक हुआ। इन क्रिस्टलों को कमरे के ताप पर न्यूनीकृत दाब पर सुखाया गया। (प्राप्ति 3·4 ग्राम)।

प्राप्त :—Pr, 40·46; Cl, 29·99%। $PrCl_3 . CH_3COOC_3H_7^i$ के अनुसार : Pr, 40·33; Cl, 30·41%।

प्रेजियोडिमियम क्लोराइड तथा एस्टरों की अभिक्रियाओं का संक्षेपन सारणी 4 में किया गया है।

सारणी 1

प्रेजियोडिमियम आइसोप्रोपाक्साइड की ऐसीटिल ब्रोमाइड के साथ अभिक्रियायें

प्रेजियोडिमियम आइसोप्रोपाक्साइड ग्राम में	ऐसीटिल-ब्रोमाइड ग्राम में	आणविक अनुपात	क्रियाफल का सूत्र प्रकृति और प्राप्ति ग्राम में	विश्लेषण % प्राप्त Pr	Br	C_3H_7O	% गणित Pr	Br	C_3H_7O	टिप्पणी
1·232	0·492	1 :1	[illegible]r$(OC_3H_7^i)_3$ (1·36) बेन्जीन में अविलेय	41·72	23·60	31·08	41·56	23·56	34.86	आइसो-प्रोपेनाल से पुनः क्रिस्टलित
1·910	1·472	1 :2	$PrBr_2(OC_3H_7^i)$ $0.5CH_3COOC_3H_7^i$ (2·46) बेन्जीन में अविलेय	34·43	39·00	12·40	34·30	38·91	12·48	,,
1·598	1·848	1 :3	$PrBr_3 . CH_3COOC_3H_7^i$ (2·40) बेन्जीन में अविलेय	29·35	48·90	...	29·18	49·65	...	,,
1·430	1·898	1 :73	$PrBr_3 . CH_3COOC_3H_7^i$ (2·28) बेन्जीन में अविलेय	29·00	49·00	...	29·18	49·65	...	

सारणी 2

प्रेजियोडिमियम नार्मल ब्यूटाक्साइड की ऐसीटिल ब्रोमाइड के साथ अभिक्रिया

प्रेजियोडिमियम नार्मल ब्यूटाक्साइड ग्राम में	ऐसीटिल ब्रोमाइड ग्राम में	आणविक अनुपात	क्रियाफलों का सूत्र, प्रकृति तथा प्राप्ति ग्राम में	विश्लेषण % प्राप्त Pr	% प्राप्त Br	% गणित Pr	% गणित Br
1·5583	0·5025	1:1	$PrBr(OC_4H_9^n)_2$ 1·56 बेन्जीन में अविलेय हरा ठोस	38·50	21·17	38·38	21·22
1·197	0·8200	1:2	$PrBr(OC_4H_9^n)\,0.5CH_3COOC_4H_9^n$ 1·46 बेन्जीन में अविलेय हरा ठोस	32·80	36·73	32·62	37·00
1·792	1·890	1:3	$PrBr_3 . H_3COOC_4H_9^n$ 2·50 बेन्जीन में अविलेय हरा ठोस	28·00	47·92	28·30	48·16
1·0043	3·43	1:73	$PrBr_3CH_3COOC_4H_9^n$ 1·40 बेन्जीन में अविलेय हरा ठोस	28·03	8·05	428·30	48·16

सारणी 3

प्रेजियोडिमियम तृतीयक ब्यूटाक्साइड की ऐसीटिल ब्रोमाइड के साथ अभिक्रियायें

प्रेजिडिमियम तृतीयक ब्यूटाक्साइड ग्राम में	ऐसीटिल ब्रोमाइड ग्राम में	आणविक अनुपात	क्रियाफल का सूत्र, प्रकृति एंव प्राप्ति ग्राममें	विश्लेषण % प्राप्त Pr	% प्राप्त Br	% गणित Pr	% गणित Br
1·223	0·420	1:1	$PrBr(OC_4H_9)_2$ हरा ठोस, बेन्जीन में अविलेय (1.23)	38·70	21·13	38·38	21·22
1·560	1·054	1:2	$PrBr_2(OC_4H_9)_2 0.5CH_3COOC_4H_9$ हरा ठोस, बेन्जीन में अविलेय (1.83)	32·91	36·64	32·62	37·00
2·057	2·11	1:3	$PrBr_3 . CH_3COOC_4H_9$ हरा ठोस, बेन्जीन में अविलेय (2.84)	28·10	48·00	28·30	48·16
1·083	1·304	1:73	$PrBr_3'. CH_3COOC_4H_9$ (1.48)	28·03	47·93	28·30	48·16

प्रेजियोडिमियम क्लोराइड और एस्टर की अभिक्रिया

अभिक्रिया मिश्रण		क्रियाफलों का सूत्र	विश्लेषण % प्राप्त		% गणित	
			Pr	Br	Pr	Br
प्रेजियोडिमियम क्लोराइड	1·430 ग्रा०	$PrCl_3.CH_3COOC_3H_7$	40·64	29·98	40·33	30·31
आइसो प्रोपिल ऐसीटेट	18·64 ,,	2·13 हरा क्रिस्टलीय ठोस				
प्रेजियोडिमियम क्लोराइड	1·584 ,,	$PrCl_3 . CH_3COOC_4\overset{n}{H_9}$	38·53	28·78	38·77	29·26
नार्मल ब्यूटिल ऐसीटेट	16·94 ,,	2·40 हरा क्रिस्टलीय ठोस				
प्रेजियोडिमियम क्लोराइड	1·405 ,,	$PrCl_3 . CH_3COOC_4\overset{t}{H_9}$	38·80	28·70	38·77	29·26
तृतीयक ब्यूटिल ऐसीटेट	21·87 ,,	2·10 हरा क्रिस्टलीय ठोस				

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक डा० आर० सी० मेहरोत्रा, एफ० एन० आई०, प्रोफेसर एंव अध्यक्ष, रसायन विभाग, राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर के प्रति सतत प्रोत्साहन तथा अमूल्य पथ प्रर्दशन के लिए अत्यन्त कृतज्ञ है। वह डा० आर० एन० कपूर, रीडर, रसायन विभाग जोधपुर विश्वविद्यालय, जोधपुर के प्रति भी उनके सहायक सुझावों के लिये कृतज्ञ है। लेखक डा० आर० सी० कपूर, प्रोफेसर एवं अध्यक्ष, रसायन विभाग, जोधपुर विश्वविद्यालय, जोधपुर के प्रति भी आवश्यक सुविधायें प्रदान करने के हेतु अपना आभार प्रदर्शित करता है।

निर्देश

1. मेहरोत्रा आर० के०, और मेहरोत्रा आर० सी०। **जर्न० इण्डि० केमि० सोसा०**, 1962, **39**, 23।
2. ब्रैडले डी० सी०, एल-हलीम ई० एम०, मेहरोत्रा आर० सी०, और वार्डला डब्लू०। **जर्न० केमि० सोसा०**, 1952, 4609।
3. ब्रैडले डी० सी०, हैनाक डी० सी० और वार्डला डब्लू०। **वही**, 1952, 2772।
4. मिश्र आर० ए० और मेहरोत्रा आर० सी०। **कैनेडि० जर्न० केमि०**, 1964, **42**, 717।
5. मिश्र एस० एन०, मिश्र टी०, एन० और मेहरोत्रा आर० सी०। **इण्डि० जर्न० केमि०**, (प्रेस में)।
6. वही। **जर्न० इनार्गं० न्यूक्लि० केमि०**, 1963, **25**, 198, 201; 1965, **27**,105।
7. वही। **जर्न० इण्डि० केमि० सोसा०**, 1965, **42**,।
8. मिश्र एस० एन०, मिश्र टी० एन०, कपूर आर० एन० और मेहरोत्रा आर० सी०। **केमिस्ट्री और इण्डस्ट्री**, 1963, 120।
9. मिश्र एस० एन०, मिश्र टी० एन० और मेहरोत्रा आर० सी०। **इण्डि० जर्न०केमि०** (प्रेस में)।
10. ब्रैडले डी० सी० और वार्डला डब्लू०। **जर्न० केमि० सोसा०**, 1950, 3450।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 143-146

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 143-146

आत्मव्युत्क्रम फलन

वी० वी० एल० नरसिंह राव, हैदराबाद

[प्राप्त—जुलाई 29, 1966]

इस अभिपत्र में यह सिद्ध किया गया है कि कोई फलन हेंकेल परिवर्त में आत्मव्युत्क्रम होने पर उस फलन का परिणामी अष्टि हो सकता है ।

Abstract

On self reciprocal functions. *By* V. V. L. Narsingha Rao, Reader in Mathematics, Bholakpur, Secunderabad, Andhra Pradesh.

It has been proved that any function on being reciprocal in Hankel transform becomes a resultant kernel of the function.

हम उस फलन $f(x)$ को Ru कहते हैं जिसे

$$f(x)-\int_0^\infty \mathcal{J}_\mu(xy)\, f(y)\sqrt{(xy)}\, dy, \quad \ldots \quad (1.1)$$

सूत्र द्वारा व्यक्त किया जाता है, जिसमें $\mathcal{J}_\mu(x)$ एक बेसिल फलन है । यदि $\mu=\frac{1}{2}$ और $-\frac{1}{2}$ तो $f(x)$ को क्रमशः R_s और R_c लिखते हैं ।

व्हिटेकर और वाट्सन (5) ने सिद्ध किया है कि

$$\int_0^\infty \mathcal{J}_{\alpha-\beta}(x)\, \mathcal{J}_\gamma(t\sqrt{(x)}\, t^{(\alpha+\beta-\gamma)}dt$$

$$=\frac{\Gamma(a)\, x^{\gamma-1/2}}{2^{\gamma-\alpha-\beta}\,\Gamma(1-\beta)\,\Gamma(\gamma)} \times {}_2F_1(a, \beta; \gamma; x). \quad \ldots \quad (1.2)$$

x के स्थान में x^2 लिखने से

$$\int_0^\infty \frac{J_{\alpha-\beta}(t)}{t^{\alpha-\beta+1/2}} J_{(\gamma-1)}(xt)(xt)^{2\alpha-\gamma+1/2}\,dt$$

$$= \frac{\Gamma(\alpha)\,x^{2\alpha-1/2}}{2^{\gamma-\alpha-\beta}\,\Gamma(1-\beta)\,\Gamma(\gamma)} \times {}_2F_1(\alpha, \beta; x^2) \quad \ldots \quad (1.3)$$

प्राप्त होगा ।

मैंने[4] एक पिछले अभिपत्र में सिद्ध किया है कि फलन

$$\frac{J_\mu(a_1 x)\, J_\nu(a_2 x) \quad \ldots \quad J_k(a_\nu x)}{x^{\mu+\nu+ \quad \ldots \quad +k+1/2}} \quad \ldots \quad (1.4)$$

R_1 है, जिसमें

$$a_1,\ a_2,\ \ldots\ a_\mu \geqslant 0,$$

और $$\mu,\ \nu,\ \ldots\ k \geqslant 0.$$

अतएव $n=1$ और $\mu=(\alpha-\beta)$ लिखने पर

$$\frac{J_{(\alpha-\beta)}(x)}{x^{\alpha-\beta+1/2}}, \quad \ldots \quad (1.5)$$

प्राप्त होगा जो R_1 है। इसके अतिरिक्त ब्रजमोहन[1] ने सिद्ध किया है कि अष्टि

$$x^{\nu/2}\, J_{1+\nu/2}(x), \quad \ldots \quad (1.6)$$

R_1 से R_2 में परिवर्त करता है। अतएव

$$\frac{v}{x} = 2\alpha-\gamma+\tfrac{1}{2},$$

और $$\frac{1+\nu}{2} = \gamma-1, \quad \ldots \quad (1.7)$$

होने पर हमें

$$\nu = 2\alpha-1,$$

और $$\alpha+1=\gamma. \quad \ldots \quad (1.8)$$

प्राप्त होगा। अतएव (1.3), (1.5), (1.6) और (1.8) से हमें

$$x^{\alpha+1/2}{}_2F_1\left(\frac{\alpha+1}{2}, \beta; \frac{\alpha+3}{2}; x^2\right), \quad . \quad . \quad . \quad (1.9)$$

फलन प्राप्त होगा तो R_α है। $\beta=\dfrac{\alpha+3}{2}$ होने पर यह विदित होता है कि फलन

$$\frac{x^{\alpha+1/2}}{1-x^2}, \quad . \quad . \quad . \quad (1.10)$$

R_α है, यदि $x<1.$

ब्रजमोहन[2] ने यह भी सिद्ध किया है कि फलन

$$\frac{x^{\mu+1/2}}{(1-x^2)^{1+\mu/2+\nu/2}}, \quad . \quad . \quad . \quad (1.11)$$

परिणामी अष्टि होता है।

$\nu=-\mu,$ होने पर (1.11) में दिया फलन

$$\frac{x^{\mu+1/2}}{(1+x^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (1.12)$$

होता है। अतएव (1.10) और (1.12) से हम देखते हैं कि फलन

$$\frac{x^{\mu+1/2}}{(1-x^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (1.13)$$

आत्मव्युत्क्रम होने पर अष्टि भी होता है।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक डा० बृजमोहन का आभारी है जिन्होंने इस कार्य का निर्देशन किया है।

निर्देश

1. बृज मोहन। जर्न० बनारस हिंन्दू यूनिवर्सिटी, रजत जयन्ती अंक 1942, पृ० 134-137।

2. वही। — **बुलेटिन अमे० मैथ० सोसा०**, 1940, **46**, 466-468।

3. हार्डी, जी० एच० तथा टिश्मार्श, ई० सी०। — **क्वार्ट० जर्न० मैथ०** (आक्सफोर्ड), 1930, **1**, 146-231।

4. राव, वी० वी० एल०। — **विज्ञान परिषद् अनु० पत्रिका**, 1965, **8**, 31-33।

5. व्हिटेकर, ई० टी० तथा वाट्सन, जी० एन। — "A Course of Modern Analysis" (**कैम्ब्रिज**) 1915, पृ० 378।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 147-152

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 147-152

ऐलेंगियम लामार्की के जड़ की छाल से एक सेरिल ऐल्कोहाल तथा एक मोम की प्राप्ति

आर० के० शर्मा तथा पी० सी० गुप्त

रसायन विभाग, प्रयाग विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

[प्राप्त—जुलाई १४, १९६६]

सारांश

ऐलेंगियम लामार्की की जड़ों की छाल से ऐल्कलायडीय क्षारकों को पृथक करने के पश्चात्, उसके ऐल्कोहालीय निष्कर्ष से एक श्वेत निक्षेप तथा एक हल्के भूरे रंग का मोम प्राप्त हुआ। श्वेत यौगिक का गलनांक 78°, तथा आणविक सूत्र $C_{26}H_{54}O$ है, इसके ऐसीटिल व्युत्पन्न का गलनांक 64-65° है, तथा यह एक प्रकार का सेरिल ऐल्कोहाल सिद्ध हुआ है। हल्के भूरे मोम का गलनांक 46°, अम्ल मान 7·2, साबुनीकरण मान 145·2, आइ० वी० (हनुस) 60·4 निकला तथा उसमें असाबुनीकृत पदार्थ 16·8%, मिरिस्टिक अम्ल 6·73%, पामीटिक अम्ल 9·36%, ओलीक अम्ल 25·8%, लिनोलीक अम्ल 3·7% तथा रेजिन अम्ल 2·3% (कुल अम्लों के भार के आधार पर) उपस्थित हैं। ऐल्कोहालीय घटकों में मिरीसिल ऐल्कोहाल (प्राथमिक ऐल्कोहाल) तथा कुछ स्टेराल पाये गये, जिनमें से स्टिग्मा स्टेराल, सिटोस्टेराल तथा बीटा-सिटोस्टेराल की पहचान असाबुनीकृत पदार्थ में की गई।

Abstract

A ceryl alcohol and a wax from the root bark of Alangium lamarckii. *By* R. K. Sharma and P. C. Gupta, Chemical Laboratories, University of Allahabad, Allahabad, India.

After the separation of alkaloidal bases from the root bark of Alangium lamarckii, the alcoholic extract yielded a white deposit and a light brown wax. The white compound, m.p. 78°, having the molecular formula $C_{26}H_{54}O$, acetyl derivative, m.p. 64-65°, has been found to be one of the ceryl alcohols. The light brown wax, m.p. 46°, has acid value, 7·2; sap. value., 145·2; I.V. (Hanus), 60·4; non saponifiable matter, 16·8%; myristic acid, 6·73%; palmitic acid, 9·36%; oleic acid 25·8%; linoleic acid, 3·7% and resin acids 2·3% (on the weight of total acids). The alcoholic components have been found to be myricyl alcohol (primary alcohol) and sterols among which stigma-sterol, sitosterol and β-sitosterol were detected in the non-saponifiable matter.

ऐलेंगियम लामार्की (प्राकृतिक वंशावली :—ऐलेंगियेशी) एक प्रसिद्ध देशी औषधीय पौदा[1] है। पूर्व कार्यकर्ताओं ने ऐलेंगियम लामार्की की जड़ों[2–7] की छाल तथा बीजों से समय-समय पर विभिन्न क्रिस्टलीय तथा अक्रिस्टलीय ऐल्कलायड को पृथक करने की घोषणा की है। अभी हाल में इसके ऐल्कलायडी क्षारकों के शरीर-क्रियात्मक सक्रियता की भी परीक्षा[8] की गई है।

प्रस्तुत प्रपत्र में इसके जड़ों की छाल के ऐल्कोहालीय निष्कर्ष से एक श्वेत यौगिक तथा एक भूरे मोम की प्राप्ति का वर्णन किया गया है। श्वेत पदार्थ ऐल्कोहालीय हाइड्राक्सिल समूह का सेरिक अमोनियम नाइट्रेट परीक्षण देता है, तथा उससे एक मोनो ऐसीटिल व्युत्पन्न प्राप्त होता है। छूने में यह एक वसा के समान है और सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ लाल रंग तथा सान्द्र क्षार के साथ पीला रंग देता है। यह यौगिक एक सेरिल ऐल्कोहाल सिद्ध हुआ जिसकी पुष्टि इसके गलनांक तथा शुद्ध सेरिल ऐल्कोहाल और इसके इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रम की तुलना से होती है।

श्वेत निक्षेप तथा ऐल्कलायडी क्षारकों को पृथक करने के पश्चात् भूरे मोम की परीक्षा उसके वसा अम्लों के संघटन तथा ऐल्कोहालीय घटकों के लिये की गई। असाबुनीकृत पदार्थ में भी वही स्टेराल प्राप्त हुये जो इसके ऐल्कोहालीय घटकों में उपस्थित हैं।

प्रयोगात्मक

जड़ की छालों को प्रोलियम द्रव से निष्कर्षण के पश्चात् उसे गरम एथानाल से पूर्णतया निष्कर्षित किया गया। निष्कर्ष को ठंडा करने पर पेंदी में एक सफेद पदार्थ का निक्षेप मिला। अवशिष्ट पदार्थ को छान कर एथानाल से धोया गया, तथा गरम एथानाल से उसका पुनः क्रिस्टलन किया गया, जिससे एक श्वेत यौगिक (गलनांक 78°) प्राप्त हुआ (इस यौगिक में C =81·72%, H=13·94%, तथा अणु भार (रैस्ट की विधि) 390 मिले; सूत्र $C_{26}H_{54}O$ के अनुसार C=81·67%, H =14·15%, तथा अणु भार 382 होना चाहिये)।

ऐसीटिल व्युत्पन्न :

इसे पदार्थ (20 मि० ग्रा०) को ऐसीटिक एनहाइड्राइड (1 मिली०) तथा संगलित सोडियम एसीटेट (200 मि०ग्रा०) के साथ पश्चवाही में 20 घंटे तक गरम करके और फिर पदार्थ को ठंडे पानी में उलट कर तैयार किया गया। फिर गरम एथानाल से इसका पुनः क्रिस्टलन किया गया। प्राप्त यौगिक का गलनांक 64-65° आया (इसमें एसीटिल-समूह =9·85% सूत्र $C_{26}H_{53}O$ के अनुसार 10·14% होना चाहिये)।

मोम का पृथक्करण एवं शोधन

श्वेत निक्षेप को पृथक करने के पश्चात् विलायक को आसवित करके निकाल दिया गया। अवशेष से क्षारकों को दूर कर देने के लिये उसे 2% हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के द्वारा निष्कर्षित किया गया, तथा पानी से धोया गया। श्यान पदार्थ को कई बार पेट्रोलियम ईथर से (40-60° पर) निष्कर्षित किया गया, तथा

विलायक को आसवन के द्वारा निकाल दिया गया। इसका शोधन बेन्जीन में जन्तु चारकोल के द्वारा किया गया, जिससे एक भूरा मोम प्राप्त हुआ, जिसका गलनांक 46°; अम्ल मान, 7·2; साबुनीकरण मान, 145·2; आयोडीन मान (हनुस), 60·4; असाबुनीकरण पदार्थ 16·8% है।

मोम के साबुनीकरण के पश्चात्, असाबुनीकृत पदार्थ तथा वसा अम्लों को सामान्य विधियों से पृथक किया गया (मिश्रित वसा अम्ल, साबुनीकरण तुल्यांक, 267·4, तथा आयोडीन मान, 68·2)। मिश्रित अम्लों में द्रव अम्ल, (64·5%, साबुनीकरण तुल्यांक, 280·25; आयोडीन मान, 102·1) तथा ठोस अम्ल (85·5%, साबुनीकरण तुल्यांक, 244·6; आयोडीन मान, 3·4) उपस्थित हैं।

द्रव अम्लों की रासायनिक परीक्षा :

द्रव अम्लों का आक्सीकरण लैपवर्थ तथा मोट्राम[9] की विधि से किया गया, जिससे एक डाइहाइड्राक्सी स्टीयरिक अम्ल, गलनांक 133°, तथा टेट्रा हाइड्राक्सी स्टीयरिक अम्ल, गलनांक 171°, प्राप्त हुये; अम्लों की प्रतिशतता जैमीसन बाघ्मन[11] द्वारा परिवर्द्धित ऐबनर और मुगेन्थैलर[10] की विधि से निकाली गई। ओलीक तथा लिनोलीक अम्लों की प्रतिशतता मिश्रित असंतृप्त अम्लों में क्रमश: 87·42, तथा 12·55 और कुल मिश्रित अम्लों में 56·39 तथा 8·1 पाई गई।

ठोस अम्लों की परीक्षा :

ठोस अम्लों को उनके मेथिल एस्टर में परिणत कर दिया गया। इस प्रकार प्राप्त मेथिल एस्टरों का निम्न सारणी 1 के अनुसार न्यूनीकृत दाब (10 मि०मी०) पर प्रभाजी आसवन किया गया।

प्रभाज	क्वाथनांक	मात्रा	साबुनीकरण तुल्यांक	आयोडीन मान	पहचाना अम्ल
1	165–170°	1·2 ग्राम	227·5	0·56	मिरिस्टिक अम्ल
2	170–175°	1·42 ,,	240·6	0·86	मिरिस्टिक तथा पामीटिक अम्ल
3	175–180°	2·23 ,,	256·2	0·75	पामीटिक अम्ल
4	अवशेष	0·04 ,,	—	—	—

मिश्रित अम्लों में मिरिस्टिक तथा पामीटिक अम्लों की प्रतिशतता क्रमश: 14·68 तथा 20·8 थी।

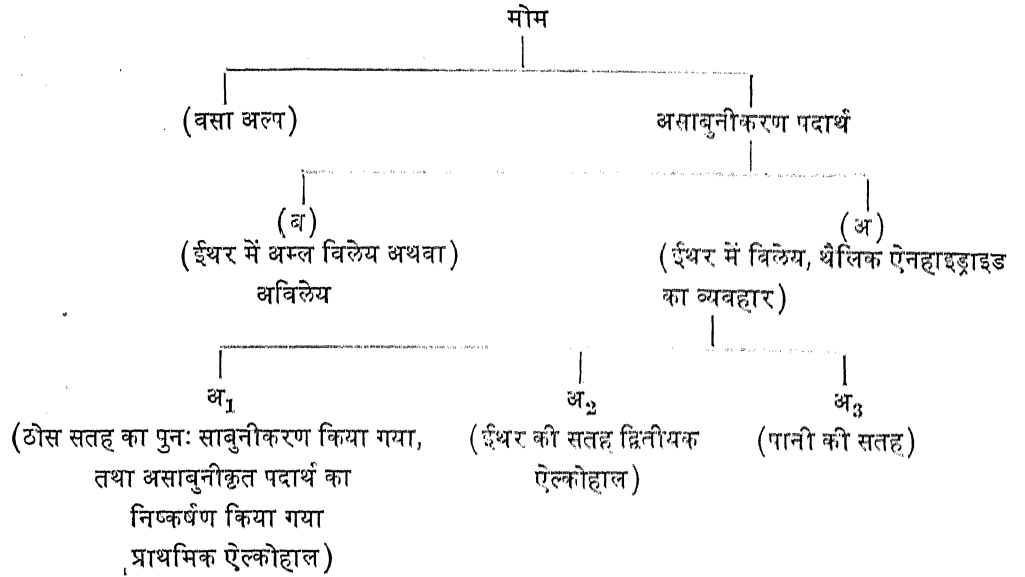
रेजिन अम्लों का अनुमापन :

मोम में उपस्थित रेजिन अम्लों का अनुमापन मैकनिकोल[12] की विधि से किया गया। रेजिन अम्लों की प्रतिशतता 2·3 आई।

इस प्रकार मोम के अम्लीय घटकों में मिरिस्टिक अम्ल, 6·73%; पामीटिक अम्ल, 9·36%; ओलीक अम्ल, 25·80%; लिनोलीक अम्ल, 3·72%; तथा रेजिन अम्ल, 2·3% (मिश्रित अम्लों में) पाये गये ।

ऐल्कोहालीय घटकों की परीक्षा

मोम से प्राप्त असाबुनीकृत पदार्थ (6·72 ग्राम) को चिब्नल तथा पाइपर[13] की विधि के अनुसार उपचारित किया गया ।

आरेखीय कार्य प्रणाली निम्नांकित है :

प्रभाज ब : गरम एथानाल से पुनः क्रिस्टलन करने से एक स्टेराल, गलनांक, 168-69°; ऐसीटेट का गलनांक, 141-42° ; प्राप्ति 0·5 ग्राम, प्राप्त हुआ । यह स्टिग्मा स्टेराल के समरूप पाया गया जिसकी पुष्टि इसके गलनांक तथा मिश्रित गलनांक के द्वारा की गई ।

प्रभाज $अ_1$: इस प्रभाज का एथानाल के द्वारा पुनः प्रभाजी क्रिस्टलन करने से दो यौगिक प्राप्त हुये :

(क) एक रंगहीन यौगिक, गलनांक 85-86°, प्राप्ति, 4·8 ग्राम ।

(ख) एक श्वेत यौगिक, गलनांक 160-62°, प्राप्ति, 0·1 ग्राम ।

यौगिक (क) मिरीसिल ऐल्कोहाल के समरूप पाया गया, इसके ऐसीटेट का गलनांक 68-69° आया । ऐसीटेट का साबुनीकरण तुल्यांक 482 पाया गया, जबकि मिरीसिल ऐल्कोहाल $C_{32}H_{64}O_2$ के लिये

गणनानुसार यह मान 480 है। इसमें $C=82 \cdot 54\%$, $H=14 \cdot 41\%$; अणुभार (रैस्ट), 450 आये; सूत्र $C_{30}H_{62}O$ के अनुसार $C=82 \cdot 19\%$; $H=14 \cdot 15\%$; अणुभार 438 होने चाहिये। यौगिक (ख) की मात्रा अल्प होने के कारण उस पर और कार्य न हो सका।

प्रभाज अ$_2$: इसका गरम एथनाल द्वारा पुनः क्रिस्टलन करने से रंगहीन तारों के समान क्रिस्टल मिले, जिनका गलनांक 132-133°; तथा ऐसीटेट का गलनांक 122-23° आया। यह साधारण सिटोस्टेराल सिद्ध हुआ और इसकी पुष्टि इसके गलनांक तथा मिश्रित गलनांक से की गई।

प्रभाज अ$_3$: इसे गरम एथानाल द्वारा पुनः क्रिस्टलित किया गया, जिससे श्वेत चमकीले क्रिस्टलीय पत्र मिले, जिनका गलनांक 134-35°; तथा ऐसीटेट का गलनांक 128° आया। यह प्रभाज बीटा-सिटोस्टेराल के समरूप सिद्ध हुआ।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखकों में से एक (आर० के० शर्मा) सी० एस० आई० आर०, भारत सरकार, नई दिल्ली के प्रति एक जूनियर रिसर्च फेलोशिप प्रदान करने के हेतु आभार प्रदर्शित करता है।

निर्देश

1. कीर्तिकार और बसु। **इंडियन मेडिसिनल प्लान्ट्स, भाग 2,** द्वितीय संस्करण, पृष्ठ 1237।
2. सुब्बरत्नम और सिद्दीकी। **जर्न० साइं० इण्ड० रिसर्च, इण्डिया,** 1956, **15ब,** 432।
3. बसु और गोडे। **जर्न० इण्डि० केमि० सोसा०,** 1957, **34,** 629।
4. भाकुनी, डी० एस०, धर, एम० एम०, और धर, एम० एल०। **जर्न० साइं० इण्ड० रिसर्च, इण्डिया,** 1960, **19ब,** 8।
5. बुड्ज़ीकीविज़, एच०, पक्राशी, एस० सी० और वारब्रगेन, एच०। **टेट्राहेड्रान,** 1964, 399-408।
6. पक्राशी, एस० सी० और पार्थ पी० घोष-दस्तीदार। **इण्डि० जर्न० केमि०,** 1964, **2,** 379।
7. पक्राशी, एस० सी०। **वही,** 1964, **2,** 468।
8. दत्त, अमिय के० और पक्राशी, एस० सी०। **एन० बायो० केमि० एक्सपे० इण्डि०,** (कलकत्ता), 1661, **21,** 10।

9. लैपवर्थ और मोट्राम। जर्न० केमि० सोसा०, 1925, **127**, 1928।

10. ऐबनर और मुगेन्थैलर। केम० टेक० आयल्स एण्ड फैट्स, पंचम संस्करण **1**, 537।

11. जेमीसन और बाध्मन। जर्न० अमे० केमि० सोसा०, 1920, **42**, 1197।

12. क्लाउन और कोलमैन्स। क्वान्टीटेटिव केमिकल एनालिसिस, 1944 संस्करण, पृष्ठ 421।

13. चिब्नल और पाइपर। बायो० केमि० जर्न०, 1931, **25**, 2095।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 153-156

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 153-156

मस्तरू का औषधि प्रभाव सम्बन्धी अध्ययन

एम० बी० मिश्र, जे० पी० तिवारी तथा एस० एस० मिश्र

फारमेकोलाजी विभाग, जी० यस० वी० यम० मेडिकल कालेज, कानपुर

[प्राप्त—जून 27, 1966]

सारांश

मस्तरू (Grangea maderaspatna poir) की जड़ों का जलीय निष्कर्ष रक्तचाप को थोड़ा प्रभावित करता है और हृदयपेशी (Myocardium) को उत्तेजित करता है। यह श्वसन गति, उदर पेशी और फुफ्फुस पर कोई प्रभाव नहीं डालता है। इस निष्कर्ष के द्वारा कुमारी तथा गर्भवती चुहियों और स्त्रियों के गर्भाशय का संकोचन प्रभाव इस निष्कर्ष की विशेषता है।

Abstract

Pharmacodynamic studies of Grangea maderaspatana poir. *By* M. B. Mishra, J. P. Tewari and S. S. Mishra, Department of Pharmacology, G. S. V. M. Medical College, Kanpur.

The aqueous extract of the roots of Grangea maderaspatana poir has been found to possess an insignificant hypertensive effect. It is a moderate stimulant of myocardium but has no action on respiration. It is spasmogenic to the smooth muscle of gut and moderate stimulant of uterus but devoid of any action on skeletal muscle.

गर्भाशय को प्रभावित करने वाली औषधियों के परीक्षण के कार्यक्रम[1-2] के अन्तर्गत मस्तरू (Grangea maderaspatna poir) के मूलों के जलीय निष्कर्ष का परीक्षण किया गया। इस वनस्पति का वर्णन श्री चोपड़ा[3] ने किया है। यह वनस्पति कम्पोसिट (Family-composite) जाति की है और भारत के प्रत्येक प्रान्त में पायी जाती है। इन पौधों की पत्तियों के जलीय निष्कर्ष का कुमारी चुहियों के विलग गर्भाशय पर प्रभाव का अध्ययन धवन और सक्सेना ने[4] किया है। यह निष्कर्ष गर्भाशय में संकोचन किया करता है। इससे प्रभावित होकर इस औषधि के मूलों के जलीय निष्कर्ष का परीक्षण कुमारी और गर्भवती चुहियों तथा स्त्रियों के विलग गर्भाशय और कुतियों और स्वस्थाने गर्भाशय पर किया गया। कुमारी चुहियों की अपेक्षा गर्भवती चुहियों के गर्भाशय पर इस औषधि का प्रभाव अधिक होता है किन्तु स्त्रियों के गर्भाशय पर परिणाम अधिक उत्साहवर्धक मिले। इस कारण इस औषधि का प्रभाव रक्तचाप, श्वसन गति और आंत्रगति पर भी

देखा गया। इसके साथ ही उदर पेशी और फुफ्फुस पर भी अध्ययन किया गया किन्तु विशेष उल्लेखनीय परिणाम प्राप्त नहीं हुए। जलीय निष्कर्ष ऐलकोहालिक निष्कर्ष की अपेक्षा अधिक प्रभावशाली प्रतीत हुआ। इस कारण से जलीय निष्कर्ष का ही अध्ययन किया गया। वस्तुतः भारतीय चिकित्सा पद्धति में भी उष्ण जलीय निष्कर्ष का ही प्रयोग औषधि रूप में किया जाता है।

इन परिणामों के आधार पर यह कहा जा सकता है कि जलीय निष्कर्ष का प्रभाव गर्भाशय की संकोचन क्रिया को उत्तेजित करने में सहायक होता है और अन्य अंगों पर उस औषधि का कोई बुरा प्रभाव नहीं पड़ता है।

प्रयोगात्मक

शीतल जलीय निष्कर्ष का कोई उल्लेखनीय औषधि प्रभाव नहीं विदित हुआ अतएव गर्म जलीय निष्कर्ष के प्रभावों का अध्ययन किया गया है। निष्कर्ष मूलों से तिवारी[5] द्वारा प्रकाशित विधि से बनाया गया था। एक मिली० में औषधि की मात्रा 0·5 ग्राम थी।

मढ़क के हृदय पर :

मेंढ़क के स्वस्थाने हृदय (heart in situ) में रिंगर घोल को बर्न[6] (Burn) की विधि द्वारा प्रभावित किया गया। औषधि का इंजेक्शन उस रबर नली में दिया गया जिसके द्वारा रिंगर का विलयन हृदय को जा रहा था। एक मिली० औषधि से हृदय की स्फूर्ति (tone) और संकोचन विस्तार बढ़ जाता है। हृदय की गति पर औषधि का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है किन्तु दुगनी मात्रा से हृदय की गति एकाएक सिस्टोल (systole) में रुक जाती है। औषधि प्रभाव विमुक्त होने पर संकोचन क्रिया पुनः प्रारम्भ हो जाती है।

कुत्तों के रक्तचाप, श्वसनगति और आन्त्र गति पर प्रभाव :

औषधि का प्रभाव रक्त चाप, श्वसन गति और आन्त्र गति पर अध्ययन करने के लिये ५ से ७ कि० ग्रा० भार वाले अवारा नर और मादा कुत्तों पर प्रयोग किए गये। निम्बूटाल (Pentobarbitone sodium) को ३५ मि० ग्राम प्रति कि० ग्राम भार की मात्रा में उदर गुहा में इंजेक्शन देकर मूर्छित किया गया। रक्तचाप को ग्रीवा धमनी से पारदीय दाबमापी द्वारा नापा गया। श्वास नली में नलकी डालकर 'मेरी' तम्बूर से कीमोग्राफ की सहायता से श्वसन गति का लेखन काले पत्र पर किया गया। इंजेक्शन इन्ट्रोग्राफ द्वारा आन्त्र गति को भी लेखित किया गया। औषधि का इंजेक्शन फेमूरल शिरा द्वारा दिया गया था। 2 मिली० औषधि से अल्प मात्रा में रक्तचाप बढ़ता है किन्तु यह वृद्धि उल्लेखनीय नहीं थी। प्रिस्कोलीन (Priscoline) से यह प्रभाव रोका नहीं जा सका। औषधि की अन्य मात्राओं से भी प्रभाव पहिले जैसा ही होता है। ये परिणाम १० कुत्तों पर किये गये प्रयोगों पर आधारित हैं। बर्न की विधि द्वारा C_2 level पर स्पाइनल कर देने पर भी रक्तचाप कुछ बढ़ जाता है। सम्भवतः यह वृद्धि पेरीफेरल वासो कान्स्ट्रिक्शन (Peripheral vaso Constriction) के कारण ही होती है। औषधि श्वसन गति पर किसी प्रकार का प्रभाव नहीं डालती है किन्तु आन्त्र गति बढ़ जाती है।

खरगोश और गिनीपिग की विच्छिन्न आन्त्र गति पर प्रभाव :

खरगोश या गिनीपिग की विच्छिन्न आन्त्र (Jejunum) को 20 मिली० वाले अम्मक (isolated organ bath) में टाईरोड घोल (Tyrode solution) की उपस्थिति में निलम्बित किया गया। इस घोल में प्रयोग काल में आक्सीजन प्रवाहित होती रही और घोल का ताप 35±1°C रखा गया था। संकोचन धुँवे से काले कागज पर लेखित किया गया। 1 मिली० औषधि से आन्त्र की स्फूर्ति (tone) और संकोचन विस्तार (amplitude of contraction) बढ़ता है। औषधि की अधिक मात्रा से भी इस प्रकार का प्रभाव विदित हुआ। किन्तु गिनीपिग की आन्त्र पर इस प्रकार का प्रभाव २ मिली० औषधि से प्राप्त हुआ। एट्रोपीन या हिस्टमीन विरोधी (anti histaminics) औषधि से प्रभावित आन्त्र औषधि का प्रभाव नहीं रोका जा सका।

गिनीपिग के विच्छिन्न फुफ्फुस पर प्रभाव :

प्रौढ़ गिनीपिग के सिर पर चोट मार कर बेहोश किया गया और वक्ष को तुरन्त खोलकर फुफ्फुस को निकाल दिया गया। सालोमन और आल्डिज मैन की विधि द्वारा श्वास नली का स्थिर विलियन से प्रभावित किया गया। इस विलयन में आक्सीजन प्रवाहित थी। औषधि का इंजेक्शन श्वास नली में पड़ी नलिका के थोड़ा पीछे से दिया गया और पिस्टन रिकार्डर की सहायता से संकुचन को लेखित किया गया। यह औषधि श्वसन नली पर किसी प्रकार का प्रभाव नहीं डालती है।

मेढ़क की उदर पेशियों पर प्रभाव :

मेढ़क की उदर की सम्पूर्ण मांसपेशी को निकाल कर अम्मक में रिंगर घोल की उपस्थिति में निलम्बित किया गया। इस विलयन में निरन्तर आक्सीजन गैस प्रवाहित की गयी और औषधि प्रभाव देखा गया। औषधि का मेढ़क की उदर मांसपेशी पर कोई प्रभाव नहीं हुआ। एसीटिल कोलीन से उत्पन्न आकर्ष पर भी औषधि का कोई प्रभाव नहीं होता।

(अ) चुहियों के गर्भाशय पर प्रभाव :

प्रीमेरीन औषधि 0·1 मि० ग्राम से प्रभावित कुमारी चुहियों को मार कर तुरन्त गर्भाशय को निकाल कर हार्न (horn of uterus) को 20 मिली० वाले अम्मक (isolated organ bath) में डेल के विलयन (Dale's solution) की उपस्थिति में निलम्बित किया गया। अम्मक का ताप 37° से० पर स्थिर रखा गया और आक्सीजन गैस निरन्तर प्रवाहित की गयी। संकोचन का लेखन कीमोग्राफ में किया गया। 3 मिली० औषधि का प्रभाव कुमारी चुहियों के गर्भाशय पर बहुत ही कम होता है किन्तु गर्भवती चुहियों के गर्भाशय पर केवल 1 मिली० औषधि का प्रभाव होता है। औषधि की अधिक मात्रा से प्रभाव भी अधिक होता है और संकोचन विस्तार भी बढ़ता है।

(ब) स्त्री गर्भाशय पर प्रभाव :

स्त्री गर्भाशय पर 4 मिली० औषधि देने पर प्रभाव दृष्टिगोचर होता है। अधिक मात्रा में औषधि देने पर अधिक प्रभाव देखा जाता है।

(स) कुत्तियों के गर्भाशय पर प्रभाव :

कुत्तियों के स्वस्थाने (in situ) गर्भाशय पर किसी मात्रा में प्रभाव नहीं पड़ता है।

निर्देश

1. मिश्र, एम० बी०, तिवारी, जे० पी० और वापर, एस० के०। — **लेबडेव जर्न० साइंस० टेक०**, 1965, **3**, 72। 1966, **4**, 55,
2. मिश्र, एम० बी० और तिवारी, जे० पी०। — **(स्वीकृत)**
3. चोपरा, आर० एन०, नायर, एस० एल० और चोपरा, आई० सी०। — **ग्लासरी आफ इन्डियन मेडिसिनल प्लान्ट,** एस० आई० आर०सी०, न्यू देहली प्रकाशन 1956, पृ० 127।
4. धवन, बी० एन० और सक्सेना, पी० एन०। — **इन्डि० जर्न० मेडि० रिस०**, 1958, **46**, 808।
5. तिवारी, जे० पी०, दत्ता, के० सी० और मिश्र, एस० एस०। — **लेबडेव जर्न० साइंस० टेक०**, 1964, **2**, 113।
6. बर्न, जे० एच०। — **प्रेक्टिकल फारमकोलाजी,** जे० एन्ड ए० चर्चिल प्रकाशन लिमिटेड, आक्सफोर्ड, 1952।
7. सलोमन, टी० तथा औटिन्जन, डब्लू० एन०। — **प्रोसी० सोसा० इक्सपेरी० बायोलाजी एन्ड मेडिसिन**, **25**, 692-95।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 157-164

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 157-164

सार्वीकृत वेबर परिवर्त के कुछ समाकलन निरूपण

त्रिलोकी नाथ वर्मा

(डा० वृजमोहन द्वारा प्रेषित)

[प्राप्त—जुलाई 29, 1966]

सारांश

§ 1 फलन $g(x)$ का सार्वीकृत वेबर परिवर्त $f(x)$ निम्न समाकलन समीकरण द्वारा परिभाषित किया गया है

$$f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}E_\nu^\mu(xy)g(y)\,dy \qquad \ldots \quad (1.1)$$

जहाँ
$$E_\nu^\mu(x)=\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (2\sin\theta)^\mu \sin(\nu\theta - x\sin\theta) \qquad \ldots \quad (1.2)$$

सार्वीकृत वेबर फलन है, जिसमें μ, ν मिश्रित संख्यायें हैं और $R(\mu+1)>0$. मैंने अपने पिछले शोधपत्रों में फलन (1.2) और परिवर्त (1.1) के विभिन्न गुणों का अध्यन किया है। इस शोध पत्र में परिवर्त (1.1) के कुछ समाकलन निरूपण अष्टि फलन को उसके समाकलन निरूपण द्वारा विस्थापित करके दिये गये हैं।

Abstract

Some integral representations of a generalised Weber transform *By* Triloki Nath Verma, K. K. Degree College, Etawah.

The generalised Weber transform $f(x)$ of a function $g(x)$ is defined by the integral equation

$$f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}E_\nu^\mu(xy)g(y)dy,$$

where

$$E_\nu^\mu(x)=\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (2\sin\theta)^\mu \sin(\nu\theta - x\sin\theta)$$

in which μ, ν are complex numbers and $R(\mu+1)>0$, is generalised Weber function. In previous papers on this topic, I studied the various properties of the function (1.2) and those of the transform (1.1). The object of the present paper is to give some integral representations for the transform (1.1) by replacing the kernel function by its integral representations.

§ 2 **प्रमेय 1.**

यदि
$$f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\ E_\nu^\mu(xy)g(y)\,dy \quad . \quad . \quad . \quad (2.1)$$

और
$$\phi_{\mu,\,\nu}(x,\,t)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\,G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)g(y)\,dy \quad (2.2)$$

तो
$$f(x)=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}\int_0^1 t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{\nu/2-1/2}\phi_{\mu,\,\nu}(x,\,t)\,dt \quad (2.3)$$

जबकि $\qquad R(\mu+1)>0,\ R(\nu+1)>0$

फलन
$$F(y,\,t)=\sqrt{(xy)}g(y)\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{1/2\,\nu-1/2}$$
$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{x^2y^2t}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)dy,$$

$(y,\,t)$ का शतत फलन $\qquad (0\leqslant t\leqslant 1)$ और $(0\geqslant y<\infty)$ में है।

$g(x)$ का सार्वीकृत वेबर परिवर्त मान रखता है और समाकलन (2.2) और (2.3) अभिसारी हैं।

उपपत्ति

हमें प्राप्त है $\qquad f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\ E_\nu^\mu(xy)g(y)\,dy$

हमने सिद्ध किया है[2]

$$E_\nu^\mu(x)=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}\int_0^1 t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{\nu/2-1}$$
$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ +\frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)dt \quad (2.4)$$

जहाँ कि $R(\nu+1)>0$

इसीलिए

$$f(x)=\int_6^\infty \sqrt{(xy)}g(y)\,dy\,\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}\int_0^1 t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{\nu/2-1/2}$$

$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)dt$$

$$=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}\int_0^1 t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{\nu/2-1/2}\,dt\int_0^\infty \sqrt{(xy)}$$

$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)g(y)\,dy$$

$$\therefore\qquad f(x)=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}\int_0^1 t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{\nu/2-1/2}\phi_{\mu,\nu}(x,t)\,dt$$

जबकि $R(\mu+1)>0,\ R(\nu+1)>0,$ और समाकलन के क्रम का हेर फर न्यायसंगत सिद्ध किया जा सकता है, यदि

(i) $\int_0^\infty dt\int_0^1 F(y,t)\,dt=\int_0^1 dt\int_0^\beta F(y,t)\,dt$

यदि $0\leqslant y\leqslant\beta<\infty$ और $0\leqslant t\leqslant 1$

(ii) $\int_0^\infty dy\int_0^1 F(y,t)\,dt$ परिमित मान रखता है

(iii) $\int_\beta^1 dt\int_\beta^\infty F(y,t)\,dy\to 0$ जब $\beta\to\infty$

$0\leqslant y\leqslant\beta<\infty$; और $0\leqslant t\leqslant 1$ दशाओं में यदि $F(y,t)$, (y,t) का शतत फलन है तो पहली दशा सिद्ध हो जाती है। यदि $g(x)$ का सार्वीकृत वेबर परिवर्त मान रखता है तो दूसरी दशा संतुष्ट होती है तथा तीसरी दशा संतुष्ट होती है यदि

$$\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\ G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)g(y)\,dy$$

मान रखता है।

उदाहरण—

माना $$g(x)=\frac{x^{\rho-1}}{(x^2+a^2)^\sigma} \tag{2.5}$$

इसीलिये

$$\phi_{\mu,\nu}(x,t)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\ G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)\times\frac{y^{\rho-1}}{(y^2+a^2)^\sigma}dy$$

$$=\frac{x^{1/2}\,a^{\rho+1/2-\sigma}}{2\,\Gamma(\sigma)}\ G_{35}^{32}\left(\frac{a^2tx^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{3}{4}-\rho/2,\ -\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ \sigma-\rho/2,-\frac{1}{4},\ 0,\ \frac{1}{4},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right) \tag{2.6}$$

जबकि $x^2/4$ धनात्मक है, $t>0$, $|arg\,a|<\pi/2$, $R(\rho)>-\frac{1}{2}$;

$R(\rho-2\sigma-\mu)<\frac{3}{2}$ और $R(\mu-2\rho+4\sigma)>4$.

फिर

$$f(x)=x^{1/2}\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu+\frac{1}{2})}\int_0^1 t^{\mu/2-1/2}(1-t)^{\nu/2-1)2}\frac{a^{\rho+1/2-2\sigma}}{2\Gamma(\sigma)}$$

$$\times G_{35}^{32}\left(\frac{tx^2a^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{3}{4}-\rho/2,\ \frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ \sigma-\rho/2-\frac{1}{4},\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,-\frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu)\end{matrix}\right)dt$$

$$f(x)=\frac{x^{1/2}\,2^\mu\,a^{\rho+1/2-2\sigma}}{2\Gamma(\sigma)}\ G_{46}^{33}\left(\frac{x^2a^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\frac{3}{4}-\rho/2,\ -\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ \sigma-\rho/2-\frac{1}{4},\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ -\frac{1}{2}\mu\pm\frac{1}{2}\nu\end{matrix}\right) \tag{2·7}$$

जबकि $R(\mu+1)>0$, $R(\nu+1)>0$ और $R(\mu+2\sigma-\rho)>-\frac{1}{2}$.

मेरे एक परिणाम द्वारा[2]

$$\int_6^\infty \sqrt{(xy)}E_\nu^\mu(xy)\frac{y^{\rho-1}}{(y^2+a^2)^\sigma}\ dy$$

$$=\int_0^\infty x^{1/2}\ \frac{u^{\rho/2-3/4}}{2(a^2+u)^\sigma}2^\mu\ G_{35}^{22}\left(\frac{x^2u}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu,\ -\frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)du$$

$$=\frac{x^{1/2}a^{\rho+1/2-2\sigma}}{2\Gamma(\sigma)}G_{46}^{33}\left(\frac{a^2x^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{3}{4}-\rho/2, -\frac{1}{2}\mu, 1-\frac{1}{2}\mu, 1-\frac{1}{2}\nu\\ \sigma-\rho/2-\frac{1}{4}, 0, \frac{1}{2}, 1-\frac{1}{2}\nu, \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu, -\frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right) \quad (2.8)$$

जबकि $|\arg x|<\pi/2$; $|\arg a|<\pi/2$, $R(\rho)>-\frac{1}{2}$,

$R(\rho-2\sigma-\mu)<\frac{1}{2}$ और $R(2\sigma-\rho)>\frac{1}{2}$.

§ **3. प्रमेय 2.**

यदि
$$f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\; E_\nu^\mu(xy)\, g(y)\, dy \quad (3.1)$$

और
$$\zeta_{\mu,\nu}(x,t)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\; G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu, 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0, \frac{1}{2}, 1-\frac{1}{2}\nu, \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right) g(y)\, dy \quad (3.2)$$

तब
$$f(x)=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)}\int_0^1 t^{\mu/2}(1-t)^{\nu/2-1}\zeta_{\mu,\nu}(x,t)\, dt \quad (3.3)$$

जबकि $R(\mu+2)>0$ और $R(\nu)>0$, और

फलन
$$F(y,t)=\sqrt{(xy)}\; g(y)\frac{2^\mu}{\Gamma(-\frac{1}{2}\nu)}t^{\mu/2}(1-t)^{\nu/2-1}$$
$$\times\; G_{44}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu, 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0, \frac{1}{2}, 1-\frac{1}{2}\nu, \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right) g(y)$$

(y, t) का $(0\leqslant t\leqslant 1)$ और $(0\leqslant y<\infty)$ दशाओं में शतत फलन है।

$g(x)$ का सार्वीकृत वेबर परिवर्त मान रखता है और समाकलन (3.2) और (3.3) अभिसारी हैं।

उपपत्तिः—

हमें प्राप्त है
$$f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\; E_\nu^\mu(xy)\, g(y)\, dy$$

हमने सिद्ध किया है[1]

$$G_\nu^\mu(x)=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)}\int_0^1 t^{\mu/2}(1-t)^{\nu/2-1}G_{24}^{21}\left(\frac{x^2t}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu, 1-\frac{1}{2}\nu,\\ 0, \frac{1}{2}, 1-\frac{1}{2}\nu, \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)dt \quad (3.4)$$

जबकि $$R(\mu+2)>0 \text{ और } R(\nu)>0$$

इसलिये

$$f(x)=\int_0^\infty \sqrt{(xy)}\, g(y)\, dy \cdot \frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)} \int_0^1 t^{\mu/2}\,(1-t)^{\mu/2-1}$$

$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{t x^2 y^2}{4}\middle| \begin{matrix} \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu \end{matrix}\right) dt$$

$$=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)} \int_0^1 t^{\mu/2}\,(1-t)^{\nu/2-1}\, dt \int_0^\infty \sqrt{(xy)}$$

$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{t x^2 y^2}{4}\middle| \begin{matrix} \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu \end{matrix}\right) g(y)\, dy$$

$$=\frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)} \int_0^1 t^{\mu/2}\,(1-t)^{\nu/2-1}\, \zeta_{\mu,\nu}(x, t)\, dt$$

जबकि $R(\mu+2)>0$ और $R(\nu)>0$ और समाकलन के क्रम का हेरफेर न्यायसंगत सिद्ध किया जा सकता है यदि

$$F(y, t)=\sqrt{(xy)}\, g(y)\, \frac{2^\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)}\, t^{\mu/2}\,(1-t)^{\nu/2-1}$$

$$\times G_{24}^{21}\left(\frac{t x^2 y^2}{4}\middle| \begin{matrix} \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu \\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu \end{matrix}\right)$$

निम्न दशाओं को $0\leqslant y\leqslant\beta<\infty$ और $0\leqslant t\leqslant 1$ में संतुष्ट करता है।

(i) $\int_0^\beta dy \int_0^1 F(y, t)=\int_6^1 dt \int_0^\beta F(y, t)\, dt$

$0\leqslant y\leqslant\beta<\infty$ और $0\leqslant t\leqslant 1$ दशाओं में

(ii) $\int_0^\infty dt \int_0^1 F(y, t)\, dt$ एक परिमित मान रखता है।

(iii) $\int_0^1 dt \int_\beta^\infty F(y, t)\, dy \to 0$ जब $\beta\to\infty$

पहली दशा संतुष्ट होती है यदि $F(y, t)$ (y, t) का $0 \leqslant y \leqslant \beta < \infty$; $0 \leqslant t \leqslant 1$ दशाओं में; शतत फलन है दूसरी दशा संतुष्ट होती है यदि $g(x)$ का सार्वीकृत वेबर परिवर्त मान रखता है, तीसरी दशा संतुष्ट होती है यदि (3·2) मान रखता है।

उदाहरणः—

माना
$$g(x)=\frac{x^{\rho-1}}{(x^2+a^2)^{\sigma}} \tag{3·5}$$

$$\zeta_{\mu\ \nu}(x, t)=\int_0^{\infty}\sqrt{(xy)}\ G_{24}^{21}\left(\frac{tx^2y^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)$$
$$\times\frac{y^{\rho-1}}{(y^2+a^2)^{\sigma}}dy$$
$$=\frac{x^{1/2}a^{\rho+1/2-\sigma}}{2\Gamma(\sigma)}G_{35}^{32}\left(\frac{a^2tx^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{3}{4}-\rho/2,\ \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ \sigma-\rho/2-\frac{1}{4},\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right) \tag{3·6}$$

जबकि $x^2/4>0$, $|arg a|<\pi/2$, $R(\nu)>-\frac{1}{2}$, $R(\rho-2\sigma-\mu)<\frac{1}{2}$ और $R(2\sigma-\rho-\nu)>0$.

फिर
$$f(x)=\frac{x^{1/2}\,2\mu}{\Gamma(\frac{1}{2}\nu)}\int_0^1 t^{\mu/2}(1-t)^{\nu/2-1}\frac{a^{\rho+1/2-2\sigma}}{2\Gamma(\sigma)}$$
$$\times G_{35}^{32}\left(\frac{a^2tx^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{3}{4}-\rho/2,\ \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ \sigma-\rho/2-\frac{1}{2},\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu\end{matrix}\right)dt$$
$$=\frac{x^{1/2}2^{\mu}\,a^{\rho+1/2-2\sigma}}{2\Gamma(\sigma)}G_{46}^{33}\left(\frac{x^2a^2}{4}\middle|\begin{matrix}-\frac{1}{2}\mu,\ \frac{3}{4}-\rho/2,\ \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\nu\\ \sigma-\rho/2-\frac{1}{4},\ 0,\ \frac{1}{2},\ 1-\frac{1}{2}\nu,\ \frac{1}{2}\nu-\frac{1}{2}\mu,\ -\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\nu\end{matrix}\right) \tag{3·7}$$

तथा (2·8) के परिणाम से

$$f(x)=\int_0^{\infty}\sqrt{(xy)}\ E_{\nu}^{\mu}(xy)\frac{y^{\rho-1}}{(y^2+a^2)^{\sigma}}dy$$
$$=\text{व्यंजक }(3·7)$$

जबकि $|arg x|<\pi/2$, $|arg a|>\pi/2$, $R(\rho)>-\frac{1}{2}$, $R(\rho-2\sigma-\mu)<\frac{1}{2}$ और $R(2\sigma-\rho)>\frac{1}{2}$.

कृतज्ञता-ज्ञापन

उदार पथ-प्रदर्शन के लिये लेखक डा० वृजमोहन का आभारी है।

निर्देश

1. एर्डेल्यी, ए०। *Table of Integral transform*, भाग 1 **मैक-ग्राहिल कम्पनी,** 1954।

2. वर्मा, टी० एन०। जर्न० साइं० रिसर्च (बी० एच० यू०), 1966 (छप रहा है)।

मुद्रक
अरुण कुमार राय
टेकनिकल प्रेस प्राइवेट लिमिटेड, 2, लाजपत मार्ग, प्रयाग-2
500-6754

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, 9, 165-170

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, 9, 165-170

बेसल तथा हाइपरज्यामितीय फलनों के अनन्त अनुकल

एस० एल० कल्ला

गणित विभाग, एम० आर० अभियांत्रिक महाविद्यालय, जयपुर

(प्राप्त—सितम्बर 15, 1966)

सारांश

इस शोधपत्र का उद्देश्य बेसल तथा हाइपरज्यामितीय फलनों के गुणन के दो अनन्त अनुकल प्राप्त करना है। इस शोधपत्र में जो फल प्राप्त किए गए हैं, वे राठी द्वारा इसी पत्रिका में दिए गए फलों को सार्वीकृत करते हैं, एवं विशेष दशा के रूप में आते हैं।

Abstract

Infinite integrals involving product of Bessel and hypergeometric functions. *By* S. L. Kalla, Department of Mathematics, M. R. Engineering College, Jaipur.

The object of this paper is to evaluate two infinite integrals involving product of Bessel and generalized hypergeometric functions. The results established in this paper are the extension of the results recently given by Rathie in these proceedings, and include both of his results given there as particular cases.

1. अलसलम तथा कारलिट्ज[1] ने हाल ही के एक शोधपत्र में R-फलन की परिभाषा निम्न रूप में दी है :

$$(1.1) \qquad R(\lambda, \mu, \nu, x)=\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n(\lambda+n+1)_n x^n}{n!\,\Gamma(\mu+n+1)\,\Gamma(\nu+n+1)}.$$

उन्होंने यह भी बताया कि, यदि $\lambda=2\mu$, $\nu=\mu-\frac{1}{2}$ रखने पर

$$(1.2) \qquad R(2\mu, \mu, \mu-\tfrac{1}{2}, x^2)=\pi^{-1/2}x^{-2\mu}\, J_{2\mu}(4x).$$

प्राप्त होता है।

यहाँ हम कुछ परिणामों को, जो आगे के अध्ययन में आवश्यक होंगे, उद्धृत कर रहे हैं :

अलसलम तथा कारलिट्ज (1, पृष्ठ 914) ने सिद्ध किया है, कि

$$
{}_pF_{q+1}\left[\begin{matrix}\alpha_1, \ldots, \alpha_p; -4x^2y \\ \mu+1, \nu+1, \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right]\frac{\Gamma(\lambda+1)}{\Gamma(\mu+1)\,\Gamma(\nu+1)}
$$

$$
(1.3) \qquad =\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(\lambda+2n)\Gamma(\lambda+n)}{n!}x^{2n}R(\lambda+2n, \mu+n, \nu+n, x^2)
$$

$$
\times {}_{p+2}F_{q+1}\left[\begin{matrix}-n, \lambda+n, \alpha_1, \ldots, \alpha_p; \gamma \\ \tfrac{1}{2}(\lambda+1), \tfrac{1}{2}(\lambda+2), \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right].
$$

(1.3) में (1.2) का प्रयोग करने पर निम्नांकित फल प्राप्त होता है :

$$
(1.4) \qquad x^{\gamma}\,{}_pF_{q+1}\left[\begin{matrix}\alpha_1, \ldots, \alpha_p; -4x^2y \\ \tfrac{1}{2}(\gamma+1), \tfrac{1}{2}(\gamma+2), \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right]=2^{\gamma}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(\gamma+2n)\,\Gamma(\gamma+n)}{n!}\mathcal{J}_{\gamma+2n}(4x)
$$

$$
\times {}_{p+2}F_{q+1}\left[\begin{matrix}-n, \gamma+n, \alpha_1, \ldots, \alpha_p; \gamma \\ \tfrac{1}{2}(\gamma+1), \tfrac{1}{2}(\gamma+2), \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right].
$$

सक्सेना (2, पृष्ठ 161) ने यह सिद्ध किया है कि

$$
\int_0^{\infty} x^{\sigma-1}k_{\rho}(\alpha x)\prod_{i=1}^{\gamma}\left\{\mathcal{J}_{\nu i}(\alpha_i x)\,dx\right.
$$

$$
(1.5) \qquad =2^{\sigma-2}\prod_{i=1}^{\gamma}(\alpha_i)^{\nu_i}\alpha^{-\Sigma\nu_i-\sigma}\Gamma\{\tfrac{1}{2}(\sigma+\Sigma\nu i\pm\rho)\}\prod_{i=1}^{\gamma}\left\{\Gamma(1+\nu_i)\right\}^{-1}
$$

$$
\times F_c\{\tfrac{1}{2}(\sigma+\Sigma\nu_i-\rho), \tfrac{1}{2}(\sigma+\Sigma\nu_i+\rho); 1+\nu_1, \ldots, 1+\nu_n;
$$

$$
-\frac{\alpha_1^2}{\alpha^2}, \ldots, -\frac{\alpha_n^2}{\alpha^2}\Big\},
$$

जबकि, $R(\sigma \pm \rho + \Sigma \nu_i) > 0,\ R(\alpha) > \sum_{i=1}^{\gamma} |I_m(\alpha_i)|$ तथा $\Sigma \nu_i \equiv \nu_1 + \ldots + \nu_n$.

यहाँ F_c लाउरीसेला (3, पृष्ठ 114) का हाइपरज्यामितीय फलन है।

2. इस खण्ड में ऊपर दिये गए परिणामों की सहायता से दो अनन्त अनुकल निकाले जायेंगे।

(1·4) को $F(x)$ से गुणा करने के पश्चात् दोनों ओर x के प्रति 0 से ∞ तक अनुकलन करने तथा क्रम को बदलने पर निम्न फल प्राप्त होता है :

$$\int^{\infty} x^{\gamma}\, {}_pF_{q+1}\left[\begin{matrix}\alpha_1, \ldots, \alpha_p;\ -4x^2y \\ (\gamma+1)/2,\ (\gamma+2)/2, \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right] f(x)\, dx$$

$$(2.1) \quad = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2^{-\gamma}(\gamma+2n)\,\Gamma(\gamma+n)}{n!}\, {}_{p+2}F_{q+1}\left[\begin{matrix}-n,\ \gamma+n,\ \alpha_1, \ldots, \alpha_p; y \\ (\gamma+1)/2, (\gamma+2)/2, \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right]$$

$$\times \int_0^{\infty} J_{\gamma+2n}(2x)\, f(x)\, dx$$

$R(\gamma+\xi+1)>0$, जबकि $f(x)=O(x^{\xi})$, x के न्यून मान के लिए कम परिवर्तित होना निम्नांकित शर्तों के अनुकूल है (6 पृष्ठ 500),

$$(i) \text{ श्रेणी } \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\gamma+2n)\,\Gamma(\gamma+n)}{n!} J_{\gamma+2n}(4x)$$

$${}_{p+2}F_{q+1}\left[\begin{matrix}-n, \gamma+n, \alpha_1, \ldots, \alpha_p; y \\ (\gamma+1)/2, (\gamma+2)/2, \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right]$$

समान रूप से अभिसारी हो, जबकि $0 \leqq x \leqslant \beta$, जहाँ β काल्पनिक है।

(ii) $f(x)$ एक शतत फलन है, जब $x > x_0 > 0$.

$$(iii) \text{ अनुकल } \int_0^{\infty} \left| x^{\gamma}\, {}_pF_{q+1}\left(\begin{matrix}\alpha_1, \ldots, \alpha_p;\ -4x^2y \\ (\gamma+1)/2,\ (\gamma+2)/2, \beta_1, \ldots, \beta_{q-1}\end{matrix}\right) f(x) \right| dx,$$

अभिसारी हो।

अतः $R(\gamma+\xi+1)>0$ जबकि $f(x)=O(x^{\xi})$, x के न्यून मान के लिए।

उदाहरण 1

यदि

$$f(x(=x^{\sigma-1}k_p(\alpha x)\prod_{i=1}^{\gamma}\left[\mathcal{J}v_i(\alpha_i x)\right]$$

तब (2.1) और तथा (1.5) को प्रयोग में लाने से निम्नांकित फल प्राप्त होता है :—

$$\int_0^\infty x^{\gamma+\sigma-1}k_p(\alpha x)\prod_{i=1}^{\gamma}[\mathcal{J}a_i(\alpha_i x)]\,{}_pF_{q+1}\begin{bmatrix}\alpha_1,\ldots,\alpha_p;-4x^2y\\(\gamma+1)/2,(\gamma+2)/2,\beta_1,\ldots,\beta_{q-1}\end{bmatrix}dx$$

$$=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(\gamma+2n)\,\Gamma(\gamma+n)\,\Gamma\{\frac{1}{2}(\sigma+\Sigma\nu_i+\gamma+2n\pm\rho)\}\,2^{r+\sigma+4n-2}\prod_{i=1}^{r}(\alpha_i)^{\nu i}}{n!\,\Gamma(1+\nu_i)\,\Gamma(\gamma+2n+1)\,\alpha^{\Sigma\nu_i+\sigma+\gamma+2n}}$$

(2.2)

$$\times{}_{p+2}F_{q+1}\begin{bmatrix}-n,\gamma+n,\alpha_1,\ldots,\alpha_p;y\\(\gamma+1)/2,(\gamma+2)/2,\beta_1,\ldots,\beta_{q-1}\end{bmatrix}$$

$$F_c\Big\{\tfrac{1}{2}(\sigma+\Sigma\nu_i+\gamma+2n-\rho),\tfrac{1}{2}(\sigma+\Sigma\nu_i+\gamma+2n+\rho);1+\gamma+2n,$$

$$1+\nu_i,\ldots,1+\nu_\gamma;-\frac{16}{\alpha^2},-\frac{\alpha_1^2}{\alpha^2},\ldots,-\frac{\alpha_\gamma^2}{\alpha^2}\Big\}.$$

$$R(\sigma+\Sigma\nu_i+\gamma\pm\rho)>0 \text{ और } R(\alpha)>\sum_{i=1}^{\gamma}|I_m(\alpha_i)|.$$

(2.2) में $p=q=4, \alpha_1=\dfrac{\gamma+1}{2}, \alpha_2=\dfrac{\gamma+2}{2}, \alpha_3=\dfrac{\lambda+1}{2}, \alpha_4=\dfrac{\lambda+2}{2}, \beta_1=1+\lambda,$

$\beta_2=1+\mu, \beta_3=1+\nu$ रखने पर तथा निम्नांकित फल [1 पृष्ठ 928]

$$(2.3)\ldots R(\lambda,\mu,\nu,x)=\frac{1}{\Gamma(\mu+1)\Gamma(\nu+1)}\,{}_2F_3\begin{pmatrix}(\lambda+1)/2,(\lambda+2)/2\\\lambda+1,\mu+1,\nu+1\end{pmatrix};-4x\Big)$$

प्रयोग करने पर एक परिचित फल (5, पृष्ठ 1 9) प्राप्त होता है, जो राठी द्वारा दिया गया है।

उदाहरण २

यदि $$f(x)=x^{2\sigma-1}e^{-\alpha x^2}\prod_{i=1}^{\gamma}\left[J\nu_i(a_i\, x)\right]$$

तब (2.1) और [4, पृष्ठ 187 (43)] को प्रयोग में लाने से निम्नांकित फल प्राप्त होता है :

$$\int_0^\infty x^{\gamma+2\sigma-1}e^{-\alpha x^2}\prod_{i=1}^{\gamma}[J\nu_i(a_ix)]\ {}_pF_{q+1}\left[\begin{matrix}a_1,\ \dots,\ a_p;\ -4x^2y\\ (\gamma+1)/2,\ (\gamma+2)/2,\ \beta_1,\ \dots,\ \beta_{q-1}\end{matrix}\right]dx$$

$$(2.4)\qquad =\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\Gamma(\gamma+n)(\gamma+2n)\Gamma\{\frac{1}{2}(2\sigma+\gamma+\Sigma\nu_i)+n\}\prod_{i=1}^{\gamma}(a_i)^{\nu_i}2^{2n-\Sigma\nu_i-1}}{n!\,\Gamma(\gamma+2n+1)\prod_{i=1}^{\gamma}\{\Gamma(1+\nu_i)\}\,\alpha^{1/2(\sigma+\Sigma\nu_i+\nu+2n)}}$$

$${}_{p+2}F_{q+1}\left[\begin{matrix}-n,\gamma+n,a_1,\dots,a_p;\ y\\ (\gamma+1)/2,(\gamma+2)/2,\ \beta_1,\dots,\beta_{q-1}\end{matrix}\right]$$

$$\times\psi_2\Big\{(\sigma+\tfrac{1}{2}\Sigma\nu_i+\tfrac{1}{2}\gamma+n);\ \gamma+2n+1,\nu_1+1,\dots,\nu_\gamma+1;$$

$$-\frac{4}{\alpha},-\frac{a_1^2}{4\alpha},\dots,-\frac{a_\gamma^2}{4\alpha}\Big\},$$

$R(\gamma+2\sigma+\Sigma\nu_i)>0,\ R(\alpha)>0$ और $\Sigma\nu_i\equiv\nu_i+\dots+\nu_\gamma.$

(2.4) में $p=q=4,\ a_1=\frac{\gamma+1}{2},\ a_2=\frac{\gamma+2}{2},\ a_3=\frac{\lambda+1}{2},\ a_4=\frac{\lambda+2}{2},$

$\beta_1=1+\lambda,\beta_2=1+\mu$ और $\beta_3=1+\nu$ रखने पर तथा (2.3) को प्रयोग करने पर एक परिचित फल (5, पृष्ठ 160) प्राप्त होता है, जो राठी द्वारा दिया गया है।

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक मालवीय क्षेत्रीय अभियांत्रिक महाविद्यालय, जयपुर के डा० पी० एन० राठी का आभारी है जिन्होंने अपने बहुमूल्य सुझावों से लाभान्वित किया।

निर्देश

1. अलसलम, डब्ल्यू० ए० तथा कारलिट्ज, एल०। जर्न० आफ मैथ० एन्ड मेके०, 1963, **12(6)**, 911-934।

2. सक्सेना, आर० के०। Monatshefte Für Mathematik, 1966, **70,** 161-163।

3. एप्पल, पी० तथा कम्पे डे फेरेट, जे०। गाउथिर-विलारस, पेरिस, 1926।

4. एर्डेल्यी, ए० तथा अन्य। टेबुल्स आफ इण्टेग्रल ट्रांसफार्म्स, भाग I, मैकग्राहिल, न्यूयार्क, 1954।

5. राठी, पी० एन०। विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका, 1965, **8,** 157-163।

6. ब्रामविच, टी० जे० आई० ए०। An Introduction to the Theory of Infinite Series मैकमिलन, लन्दन, 1931।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 171-182

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 171-182

जीवाणु (जैविक कोटि के गुणों से युक्त आणविक समूह) का निर्माण

कृष्ण बहादुर तथा एस० रंगनायकी

रसायन विभाग, प्रयाग विश्वविद्यालय, इलाहाबाद

[प्राप्त—सितम्बर 24, 1966]

सारांश

जीवन की उत्पत्ति के विषय में अजैविक उत्पत्ति सिद्धान्त की विवेचना की गई है तथा जलीय मिश्रणों में कोलाइडी अवस्था में अधिक पृष्ठीय क्षेत्रफल से युक्त अकार्बनिक उत्प्रेरकों की उपस्थिति में होने वाली प्रकाश-रासायनिक अभिक्रियाओं के महत्त्व पर बल दिया गया है। इन मिश्रणों में ऐमीनो अम्ल और पेप्टाइड बनते हैं। यह सुझाव दिया गया है कि द्रव्य में द्विगुणित होने तथा परिस्थिति के अनुसार अपने को ढाल लेने के जन्मजात गुण होते हैं और उचित दशाओं में ये ऐसे आणविक समूहों के निर्माण में सहायक होते हैं जिनमें वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुण होते हैं। ऐसे आणविक समूह विभिन्न प्रक्रमों के द्वारा संश्लेषित किये गये हैं। इन्हें "जीवाणु" की संज्ञा दी गई है। जीवाणु अपने परिवेशी माध्यम से भोज्य पदार्थ का उपयोग करके बढ़ते हैं तथा एक विशिष्ट आकार को प्राप्त करने के बाद **कली बना बना कर** (Budding) अपनी संख्या में वृद्धि करते हैं। उनमें आकस्मिक तथा परिस्थिति के अनुसार परिवर्तन भी दिखाई पड़ते हैं तथा उनमें विकास की भी क्षमता पाई जाती है। जीवाणुओं को उनके विशिष्ट माध्यम (कल्चर) में उत्पन्न भी किया जा सकता है। इसी प्रकार जीवाणु में एक जीवित पदार्थ के सभी आवश्यक गुण पाये जाते हैं, परन्तु इसका संश्लेषण अजीवित पदार्थ से किया गया है। जीवाणु का संश्लेषण प्राकृतिक दशाओं में हो सकता हैं, और संभवतः कोशीय जीवन के पूर्व जीवाणुओं हो का निर्माण हुआ होगा। अभी हाल में फाक्स ने माइक्रोस्फियर में एक एक करके वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुणों के प्रमाण दिये है।

Abstract

Formation of Jeewanu, the molecular association wih properties of biological order. *By* K. Bahadur and S. Ranganayaki, Department of Chemistry, University of Allahabad.

The abiogenic approach to the problem of origin of life has been discussed and the importance of the photochemical reactions taking place in aqueous mixtures, having inorganic catalysts with large surface areas as in colloidal conditions is stressed. Amino acids and peptides are formed in these mixtures. It has been suggested that matter has

inherent properties of duplication and adaptability and under suitable conditions these help in the formation of molecular associations with properties of growth, multiplication and metabolic activity. Such molecular associations have been synthesised by several processes. These have been named as JEEWANU. Jeewanu grow by utilising the nutrition from the environmental medium, after reaching a specific size they multiply by budding, they show mutational and adaptive changes and are capable of evolution. Jeewanu can be subcultured in their specific media. Jeewanu satisfy all the essentials for a living system but have been synthesised from non-living materials. Jeewanu can be synthesised under natural conditions and were thus, in all probability, the immediate precursors of cellular life. Recently Fox has produced the evidence of growth, multiplication and metabolic activity singly in microspheres.

जीवन की उत्पत्ति के विषय में आणविक विकास के प्रक्रम के द्वारा जीवोत्पत्ति के आधुनिक सिद्धान्त का इतिहास बड़ा प्रभावशाली रहा है। जैविक कोटि के यौगिकों के अजैवी पद्धति द्वारा निर्माण, स्वयं द्विगुणित होती कलाओं के अध्ययन, तथा जैविक कोटि के गुणों से युक्त आणविक समूहों की खोज में पर्याप्त संतोषजनक प्रगति हुई है। अजीवित पदार्थों से जीवोत्पत्ति का प्रथम चरण उन प्राकृतिक प्रक्रमों की खोज था, जिनके द्वारा जीवशास्त्र सम्बन्धी यौगिकों-जैसे ऐमीनो अम्ल, पेप्टाइड, प्यूरीन और पिरीमिडीन आदि का निर्माण हो सके। इन यौगिकों की अजैवी पद्धति द्वारा संश्लेषण के विभिन्न प्रक्रमों की खोज की गई। इन सभी प्रक्रमों ने जिनका उपयोग इन संश्लेषणों के हेतु किया गया है, संभवतः पूर्व जैविक युग में इन यौगिकों के निर्माण में कुछ न कुछ अंश तक अपना योगदान दिया होगा। परन्तु यदि अजैवी पद्धति द्वारा जीवोत्पत्ति के विभिन्न कारकों का, जिनके द्वारा प्रथम जीव उत्पन्न हुआ, एक स्पष्ट चित्र प्राप्त करना है तो यह नितांत आवश्यक है कि विभिन्न कारकों के अन्तर को समझा जाये; वे दशायें जो पृथ्वी पर बहुत अधिक काल तक बनी रहीं तथा वे दशाएं जो एकाएक थोड़े काल के लिये उत्पन्न हुईं—इन दोनों के महत्त्व का अन्तर समझा जाये। बहिर्जैविक अध्ययनों में विश्व में जीवन के ब्रह्मांडोत्पत्ति सम्बन्धी अनुमानों का विशेष महत्त्व है।

इन अध्ययनों में विशेष कठिनाई समय की पुरातनता के कारण है, जबकि संभवतः ऐसी अभिक्रियाओं के द्वारा ऐसे पदार्थों का निर्माण हो रहा था, जिनसे पूर्वतम जीवित पदार्थ बने। अभी भी उस समय में उपस्थित भौतिक—रासायनिक दशाओं के विषय में सही अनुमान लगाना बड़ा कठिन है। पृथ्वी तथा उसके परिवेश की उत्पत्ति के समय से लेकर उस काल तक के लिये जबकि पहले पहले जीवित पदार्थ उत्पन्न हुये, कोई भी बात निश्चित रूप से ऐसी नहीं कही जा सकती, जिसका कोई न कोई वैकल्पिक सुझाव न हो। ऐसी दशा में विज्ञान के एक मौलिक ल्येल-नियम का पालन ही सर्वोत्तम है, जिसका सुझाव उन्होंने अपने भूगर्भीय खोज के सम्बन्ध में दिया था। इस नियम के अनुसार भूकाल को वर्तमान का ही पश्च विस्तार समझना चाहिए, जब तक इसके विरुद्ध विश्वास करने के प्रबल कारण न हों।

अजैवी रीति द्वारा ऐमीनो अम्लों की उत्पत्ति के विषय में सर्वप्रथम प्रेक्षण 1913 में लोएब[1] का मिलता है जिन्होंने फार्मऐल्डीहाइड, अमोनिया तथा जल के मिश्रण में निःशब्द विद्युत विसर्ग प्रवाहित करके ग्लाइ-

सीन तथा एलानीन ऐमीनो अम्लों के निर्माण की सूचना प्रकाशित की। ऐमीनो अम्लों का संश्लेषण, गैसों के मिश्रण में विद्युत विसर्ग प्रवाहित करके[2] तथा कार्बनिक यौगिक, आकार्बनिक उत्प्रेरक से युक्त निर्बीजीकृत जलीय मिश्रणों को प्रकाश में रख कर[3] किया गया है। हैसेलस्ट्राम ने अमोनियम ऐसीटेट के जलीय विलयनों को प्रकाश में रखा तथा गलाइसीन और ऐस्पार्टिक अम्ल[4] के निर्माण का प्रेक्षण किया। ऐमीनो अम्लों तथा जीवविज्ञान सम्बन्धी अन्य यौगिकों का संश्लेषण आइसोसायनेट[5] के उपयोग द्वारा किया गया है; और इसके हेतु अल्ट्रावायलेट किरणों[6] से लेकर एक्स-रे किरणों[7] तक तथा ऊर्जा के अन्य सभी स्रोतों का उपयोग किया गया है।

यदि पूर्वजैविक युग में ऊर्जा के इन विभिन्न स्रोतों की प्राप्ति की संभावना का मूल्यांकन किया जाय, तो जल की उपस्थिति के कारण अल्ट्रावायलेट या अन्य उच्च ऊर्जा युक्त विकिरणों द्वारा पर्याप्त रूप में अजैवी पद्धति द्वारा जैविक यौगिकों के उत्पत्ति की संभावना नहीं रह जाती, क्योंकि पृथ्वी की ओजोन पृष्ठ ने शीघ्र ही उन्हें पृथ्वी के तल तक पहुँचने से रोक दिया होता। पृथ्वी पर जल आदि-काल में ही उत्पन्न हो गया था, अतः इसकी उपस्थिति से उच्च ताप वाले प्रक्रमों की भी संभावना नहीं रहती। जल की उपस्थिति में ऐसे प्रक्रमों की संभावना ज्वालामुखियों के निकट बहुत सीमित क्षेत्र में ही हो सकती है। ऊर्जा के शेष अन्य स्रोत यथा विद्युत विसर्ग आदि आकस्मिक रूप में ही हो सकते हैं। पुरातन पृथ्वी के महासागरों में कार्बनिक अणु तथा अकार्बनिक उत्प्रेरक प्रचुर मात्रा में विद्यमान थे तथा सूर्य का प्रकाश भी पृथ्वी के जन्म काल से ही प्राप्य था। अतः प्रकाश-रासायनिक प्रक्रम ने न केवल ऐमीनो अम्ल वरन पेप्टाइड तथा जीवविज्ञान सम्बन्धी सभी महत्त्वपूर्ण अणुओं के निर्माण में एक प्रमुख योग दिया होगा।

अजैवी पद्धति द्वारा जीवोत्पत्ति में दूसरा महत्त्वपूर्ण चरण पेप्टाइड शृंखला के निर्माण का था। फाक्स[8] ने पेप्टाइड का संश्लेषण ऐमीनो अम्ल के मिश्रण को 180° पर कुछ घंटों तक गरम करके किया। एकाबोरी[9] ने ऐमीनो के जलीय मिश्रणों को अल्ट्रावायलेट प्रकाश में रखकर पेप्टाइडों का संश्लेषण किया। टेरेनिन[10] ने सुझाव दिया कि यदि ठोस वस्तुओं पर अभिकारी अणुओं को अधिशोषित कर लिया जाये, तो कम ऊर्जा द्वारा ही अभिक्रिया सम्पन्न हो जाने की संभावना है। बर्नाल[11] ने पृथ्वी पर कीचड़ में प्राप्त विकिरणों द्वारा पेप्टाइड के निर्माण की सूचना दी।

1958 में बहादुर और रंगनायकी ने[12] उत्प्रेरक के रूप में लौह तथा मालिब्डनम आक्साइड के कोलाइडीय विलयनों में युक्त एमीनो अम्लों के जलीय मिश्रणों में सूर्य के प्रकाश अथवा एक विद्युत बल्ब के कृत्रिम प्रकाश के प्रभाव के द्वारा पेप्टाइडों के निर्माण का प्रेक्षण किया। जलीय मिश्रणों में पेप्टाइडों के प्रकाश-रासायनिक विधि द्वारा निर्माण पर विस्तार से अनुसंधान कार्य किया गया है[12]। पर्ती तथा पाठक ने[13] अकार्बनिक उत्प्रेरकों की उपस्थिति में जलीय मिश्रणों में दृश्य प्रकाश तथा अल्ट्रावायलेट प्रकाश के उपयोग द्वारा पेप्टाइडों का निर्माण का प्रेक्षण किया है। ब्रिग्स[16] ने पेप्टाइड के प्रकाश-रासायनिक उत्पादन के प्रेक्षण की पुष्टि की है। लोव[14] ने जलीय मिश्रणों में, निर्जलीकारक के रूप में हाइड्रोजन सायनाइड के उपयोग के द्वारा पेप्टाइडों के संश्लेषण का प्रेक्षण किया है।

जलीय मिश्रणों में पेप्टाइडों का प्रकाश-रासायनिक उत्पादन बड़ा रोचक है और ऐमीनो अम्ल के प्रकाश-रासायनिक उत्पादन को ध्यान में रखते हुये इसका महत्त्व बहुत बढ़ जाता है, क्योंकि ऐसा संभव है

कि पुरातन काल में महासागरों में पहले ऐमीनो अम्लों का निर्माण हुआ हो और फिर पेप्टाइडों के निर्माण में उनका उपयोग किया गया हो।

अजैवी पद्धति द्वारा प्यूरीन, पिरीमिडीन, एडेनोसिन तथा न्यूक्लियोटाइड के निर्माण का अध्ययन विभिन्न वैज्ञानिकों ने किया है।

इसके बाद का महत्त्वपूर्ण पद जीवित प्रक्रम के संलक्षणों से युक्त आणविक समूहों के निर्माण का था। यद्यपि एक जीवित प्रणाली की परिभाषाओं में पर्याप्त अन्तर मिलता है, परन्तु यदि एक प्रणाली में वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुण उपस्थित हों; जहाँ पर वृद्धि से तात्पर्य प्रणाली के अन्दर से उसी पदार्थ के संश्लेषण द्वारा, जिससे उस प्रणाली का निर्माण हुआ हो, उसके आकार की वृद्धि से है; गुणन का तात्पर्य प्रणाली की संख्या में वृद्धि से है, जिसमें पितृ प्रणाली से नवीन प्रणाली का निर्माण हो; तथा चयोपचय सक्रियता का अर्थ एक सीमा के भीतर घटित अनेकों रासायनिक अभिक्रियाओं से है, जिनके फलस्वरूप प्रणाली में प्रवेश करने वाले परिवेशी अणुओं का कम से कम एक अंश उस पदार्थ में परिणत हो जाये, जिसके द्वारा उन इकाइयों का निर्माण हुआ हो और यदि प्रणाली में आकस्मिक तथा परिस्थिति के अनुकूल परिवर्तन करने के भी गुण हों, तो ऐसी प्रणाली को जीवित प्रणाली के अन्तर्गत रखा जा सकता है। यद्यपि उपर्युक्त गुण जीवित तथा अजीवित प्रणालियों के मध्य कोई विभाजन रेखा नहीं खींचते, परन्तु इनमें वे सभी गुण सम्मिलित हैं जो जीवित प्रणालियों के अधिक सन्निकट हैं, तथा इनसे कम गुणों से भी युक्त जीवित प्रणाली संभव है अतः यह निश्चित रूप से कहा जा सकता है कि यदि कोई प्रणाली इन सभी गुणों से युक्त हो तो उसे एक जीवित प्रणाली माना जायेगा।

जैविक कोटि के गुणों से युक्त आणविक समूहों के संश्लेषण के कुछ आरम्भिक प्रयत्न सर्वविदित हैं। ओपेरिन[15] ने इस कार्य पर पुनः दृष्टि डाली है। इन प्रयोगों में सरल अकार्बनिक तथा कार्बनिक पदार्थों की अन्योन्य क्रिया द्वारा कोशों की रचना (morphology) को द्विगुणित करने के प्रयत्न किये गये। इन कणों के संदर्भ में ब्रिग्स महोदय[16] लिखते हैं, "इसमें कोई सन्देह नहीं कि इन बहुत से कार्यकर्त्ताओं द्वारा प्राप्त कणों की रचना जीवित कोशों के समरूप है, परन्तु इनमें केवल एक यही सादृश्य है, अन्यथा ये उत्पाद रासायनिक संघटन की दृष्टि से विभिन्न हैं; चयोपचय सक्रियता में अक्रिय हैं; और न बढ़ते हैं, न पुर्नजनन करते हैं। इसके अतिरिक्त इनका निर्माण ऐसे पदार्थों द्वारा तथा ऐसी दशाओं में हुआ है जो संभवतः प्रारम्भिक दशा में पथ्वी पर उपस्थित न थीं।"

कोसर्वेट में एक सीमारेखा दिखाई पड़ती है, और उनका विभाजन विखण्डन के द्वारा होता है। परन्तु अपकेन्द्रण पर उनका आकार नष्ट हो जाता है और उनका कोई निश्चित आकार भी नहीं होता। माइक्रोस्फियर ठोस पदार्थों के बने होते हैं और दबाने पर त्रिज्यानुसार टूट जाते हैं। उनका आकार कुछ घंटों तक ही रहता है, इसके पश्चात् वे मिलकर मिश्रण के तल पर ढेर बना लेते हैं। 1963 तक जबकि "जीवाणु" का कार्य सर्वप्रथम प्रकाशित हुआ, ऐसे प्रेक्षण किये गये कि माइक्रोस्फियर में एक सीमारेखा होती है, उनके परिवेशी माध्यम के हाइड्रोजन आयन सान्द्रता में परिवर्तन करने से उनके अवयवी पदार्थ घुल जाते हैं तथा वे द्विअंगी विखण्डन द्वारा विभाजित होते हैं।

इन प्रयोगों में एक कठिनाई यह थी कि यह स्पष्ट न था कि न्यूक्लिइक अम्ल ने, जिसमें द्विगुणन के गुण होते हैं और जो प्रोटीन के अणुओं में ऐमीनो अम्लों के क्रम को नियन्त्रित रखता है, और इस प्रकार सभी जैविक प्रणालियों का एक अनिवार्य यौगिक है, किस प्रकार सर्वप्रथम अपना कार्य प्रारम्भ किया होगा, क्योंकि इसकी सक्रियता के लिये अपेक्षित एन्जाइमों का निर्माण केवल इसकी सक्रियता द्वारा ही संभव हो सका होगा।

इस प्रकार अजैवी पद्धति द्वारा उत्पन्न जैविक आणविक समूहों में द्विगुणन तथा परिस्थिति के अनुकूल अपने को ढालने के गुणों के प्रादुर्भाव का जीवोत्पत्ति के अध्ययन में एक विशेष महत्त्व है। इस पक्ष में कुछ प्रारम्भिक सिद्धान्तों की विवेचना रोचक होगी।

हेन्डरसन अपनी पुस्तक "Fitness of Environment" में लिखता है "बाद में निर्मित जटिल प्रणाली पहले से उपस्थित सरल प्रणालियों के जन्मजात गुण प्रदर्शित करती हैं।" वाल्ड[17] लिखता है कि सेल का निर्माण उसके अवयवी पदार्थों के जन्मजात गुणों के कारण हुआ है। 1963 में बहादुर तथा रंगनायकी[18] ने सुझाव रखा कि द्रव्य में द्विगुणन तथा परिस्थिति के अनुकूल परिवर्तन के जन्मजात गुण होते हैं और उपयुक्त दशाओं में द्रव्य की किसी भी प्रणाली में ये गुण दिख सकते हैं। साम्यावास्था में द्रव्य की किसी भी प्रणाली में परिस्थिति के अनुसार ऐसे परिवर्तन करने के जन्मजात गुण होते हैं जिनके द्वारा वह प्रणाली में उत्पन्न विकारों के प्रभाव को नष्ट कर दे। बहादुर[19] के अनुसार क्वाण्टम-यांत्रिकी संस्पन्दन के विशेष स्थायित्व बल तथा ला शातालिये के नियम क्रमशः द्रव्य के द्विगुणन तथा परिस्थितिअनुकूल परिवर्तन के जन्मजात गुणों को ही प्रकट करते हैं। इस प्रकार क्वाण्टम-यांत्रिकी संस्पन्दन के विचार से एक प्रणाली AA एक दूसरी प्रणाली AB की अपेक्षा अधिक स्थायी है जहाँ पर A और A एक ही हैं, और A व B समान हैं परन्तु वही नहीं हैं। इस प्रकार एक प्रणाली में गतिशील साम्यावस्था में जब कि n आणविक संरचनाओं बनने की संभावना हो, जो कि सभी समान ऊष्मागतिकीय स्थिति में हों, जिन्हें समान सक्रियता की ऊर्जा की आवश्यकता हो, यदि उन विभिन्न n सम्भाव्य संश्लेषणीय आणविक संरचनाओं में से एक संरचना A को डाल दिया जाये, तो अन्य सम्भाव्य संरचनाओं की अपेक्षा प्रणाली में A की मात्रा अधिक बनेगी। एक जीवित प्रणाली साम्यावस्था प्राप्त प्रणाली है। यदि **"साम्यावस्था में स्थित प्रणाली"** को **"जीवित प्रणाली"** से प्रतिस्थापित किया जाये तो ल शातालिये के नियम का रूप होगा—"यदि किसी जीवित प्रणाली में कोई विकार उत्पन्न किया जाये तो जीवित प्रणाली में यथासंभव ऐसा परिवर्तन होगा कि उस विकार का प्रभाव अंशतः नष्ट हो जाये।" परन्तु जीवित प्रणालियों में परिस्थितिअनुकूल परिवर्तन की भी ऐसी ही व्याख्या की जा सकती है।

यदि द्रव्य में द्विगुणन और परिस्थितिअनुकूल परिवर्तन के जन्मजात गुण हैं तो फिर यह प्रश्न केवल उपयुक्त दशायें उत्पन्न करने का रह जाता है जब कि द्रव्य की एक प्रणाली में वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुण दष्टिगोचर होगें। ऐसी प्रणालियाँ बना ली गई हैं; और इनका नाम "जीवाणु" रखा गया है[20]। प्रकाश-रासायनिक क्रम में अवयवी पदार्थों का संश्लेषण प्रकाश-रासायनिक विधि से किया गया है, और फिर उनसे वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुणों से युक्त जीवाणु प्रकाश के प्रभाव[21] द्वारा निर्मित किये गये हैं। जीवाणु के निर्माण के हेतु ऊष्मा विधि द्वारा निर्मित पेप्टाइड का भी व्यवहार किया गया है[22]।

जीवाणुओं का निर्माण प्रोटीन रहित द्रव्यों से भी किया गया है[22]। इनमें ताम्र, मालिब्डेनम, कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन और जैविक खनिज होते हैं, परन्तु प्रोटीन नहीं होता। संघटन में यह मुख्यतः अकार्बनिक होते हैं; और इनमें लगभग 8% राख का अंश होता है[23,19]। जीवाणुओं की आंतरिक संरचना के फोटोमाइक्रोग्राफ भी लिये गये प्रकार हैं।[23]

ब्रिग्स[16] ने प्रकाश-रासायनिक विधि द्वारा जीवाणुओं के निर्माण की पुष्टि की है। हाल में फाक्स ने ऊष्मीय पेप्टाइड से बने अपने माइक्रोस्फियर कणों में वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुण पाये हैं जिसकी सूचना 1965 में आणविक विकास इन्स्टीच्यूट, मियामी यूनिवर्सिटी, मियामी, यू० एस० ए० के विज्ञप्ति संख्या 050 में छपी है, और जिनका निर्माण ऊष्मीय पेप्टाइड से जीवाणु बनाने की विधि से विभिन्न विधियों द्वारा किया गया है। ऊष्मीय पेप्टाइड से 1963 में निर्मित जीवाणु तथा 1965 में प्रकाशित माइक्रोस्फियर का तुलनात्मक अध्ययन निम्न है:

सारणी 1

ऊष्मीय पेप्टाइड-अमोनियम मालिब्डेट संकर से 1963 में निर्मित जीवाणु[18,22] और 1963-65 के मध्य अनुसंधानित तथा 1965[24] में प्रकाशित ऊष्मीय पेप्टाइड से निर्मित माइक्रोस्फियर के गुणों की समानतायें:

ऊष्मीय पेप्टाइड-अमोनियम मालिबडेट संकर से निर्मित और 1963 में प्रकाशित जीवाणुओं पर प्रेक्षण[18]	1963 और उससे आगे ऊष्मीय पेप्टाइड से निर्मित, 1965 में प्रकाशित[24] माइक्रोस्फियर पर प्रेक्षण
(1) वृद्धि, तथा बडिंग (Budding) के द्वारा गुणन के प्रयोगों की सूचना प्रकाशित की गई। जीवाणु बडिंग प्रक्रिया के द्वारा संख्या में वृद्धि करते हैं, और वृद्धि प्रदर्शित करते हैं।	उपर्युक्त रिपोर्ट की साइक्लोस्टाइल प्रतिलिपि के पृष्ठ 10 पर थोड़े-थोड़े समय के अन्तर से लिये फोटोमाइक्रोग्राफ में नई कलियों का निकलना प्रदर्शित है। पृष्ठ 12 पर एक नई फूटती हुई कली, तथा उसके आकार में वृद्धि के थोड़े थोड़े समय के अन्तर पर लिये फोटोमाइक्रोग्राफ प्रदर्शित हैं। उपर्युक्त पत्र के पृष्ठ 13-14 पर गतिशीलता प्रदर्शित करते हुए फोटो-माइक्रोग्राफ हैं।
(2) इस बात की सूचना दी गई है कि जीवाणु में लाक्षणिक गतिशीलता होती है।	....
(3) जीवाणु के शरीर तथा जीवाणु के परिवेशी माध्यम में उपस्थित पेप्टाइड के ऐमीनो अम्ल का सांख्यिकी विवरण दिया गया है।	उपर्युक्त पत्र के पृष्ठ 8 पर माइक्रोस्फियर तथा उनकी सीमारेखा के पेप्टाइडों के ऐमीनो अम्ल का अन्तर अंकित है।
(4) जीवाणु में चक्रीय गति होने की सूचना दी गई है।	कणों के घूमने की सूचना दी गई है।

ऊष्मीय पेप्टाइड-अमोनियम मालिब्डेट संकर से निर्मित और 1963 में प्रकाशित जीवाणुओं पर प्रेक्षण	1963 और उससे आगे ऊष्मीय पेप्टाइड से निर्मित, 1965 में प्रकाशित[24] माइक्रोस्फियर पर प्रेक्षण
(5) द्रव्य में द्विगुणन तथा परिस्थितिनुकूल परिवर्तन के जन्मजात गुणों के होने का सुझाव दिया गया। अतः वृद्धि, गुणन और चयोपचय सक्रियता के गुणों से युक्त कणों का निर्माण संभव है।	पृष्ठ 15 पर यह अंकित है "ऐसी घटनाएँ 1954 में जार्ज वोल्ड की भविष्यवाणी के अनुसार हैं कि सेल की उत्पत्ति का कारण उसके अवयवी द्रव्य के आन्तरिक गुणों को माना जा सकता है।"
(6) रचना की दृष्टि से जीवाणु "संगठित इकाइयों" के समरूप हैं।	पृष्ठ 3 पर माइक्रोस्फियर तथा "संगठित इकाइयों" की रचना की समानता का सुझाव दिया गया है।

जीवाणु तथा माइक्रोस्फियर में कुछ मौलिक भेद भी हैं। ये अन्तर निम्नांकित सारणी में अंकित हैं :—

सारणी 2

जीवाणु तथा माइक्रोस्फियर में अन्तर

जीवाणु	माइक्रोस्फियर
(1) जीवाणु विभिन्न प्रकार के कार्बनिक तथा अकार्बनिक पदार्थों से बनाये गये हैं। जीवाणु का निर्माण ऊष्मीय पेप्टाइड अमोनियम मालिब्डेट संकर से भी किया गया है।	(1) माइक्रोस्फियर केवल ऊष्मीय पेप्टाइड से बनाये गये हैं।
(2) वृद्धि, गुणन, तथा चयोपचय सक्रियता, ये सभी गुण उसी परिवेशी माध्यम में बिना किसी अन्य रसायन के प्रयोग के जिससे कि उसके विशिष्ट गुणों में अन्तर पड़े, देखे गये हैं।	(2) पृथकीकरण मैग्नीशियम क्लोराइड मिलाने पर, तथा गतिशीलता *TAP* मिलाने पर दिखाई पड़ती है।
(3) अन्तरिक पदार्थ श्यान रहता है।	(3) आन्तरिक पदार्थ ठोस एवं भंगुर है।
(4) ये अपने आकार को सर्वदा बनाये रखते हैं।	(4) 24 से 48 घंटों के पश्चात् सब एक में मिल जाते हैं।
(5) जीवाणु में आकस्मिक तथा परिस्थिति के अनुकूल परिवर्तन करने के गुण होते हैं और वे विकास में समर्थ हैं। इस प्रकार इनमें जीवित प्रणाली के अन्तर्गत वर्गीकृत किये जाने के सभी आवश्यक गुण पाये जाते हैं।	(5) माइक्रोस्फियर कृत्रिम, अजीवित पदार्थ हैं।

इस प्रकार सिवा इसके कि जीवाणु के एक प्रकार तथा माइक्रोस्फियर दोनों के निर्माण के लिए उन्हीं ऊष्मीय पेप्टाइडों का उपयोग किया गया है, दोनों प्रकार के कणों में कई मौलिक भेद हैं।

बहादुर के अनुसार जीवाणु जिनमें वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता के गुण बिना किसी बाहरी रसायन की सहायता के होते हैं, और सूक्ष्म जीवों के अनुसार जिनका कल्चर बनाया जा सकता है, तथा जिनमें आकस्मिक परिवर्तनशीलता के गुण होते हैं, संभवतः पहली जीवित प्रणाली थी, और कोशीय जीवों के पूर्वज थे। माइक्रोस्फियर के सम्बन्ध में टिप्पणी देते हुये उपर्युक्त रिपोर्ट के पृष्ठ 15 पर फाक्स महोदय लिखते हैं :

"स्वभावतः जीवन की परिभाषा प्रस्तुत करने की कठिनाई को अधिक विस्तार से इस आधार पर समझा जा सकता है कि जीवन के विभिन्न गुणों को क्रमशः एक एक करके प्रस्तावित प्रतिरूप के अनुसार एक सरल निर्जीव प्रणाली में सफलता से उत्पन्न किया जा सकता है।

" मेरी प्रयोगशाला की अन्य खोजों से , जिनका वर्णन यहाँ नहीं किया गया है, ऐसी घटनाओं पर प्रकाश पड़ता है जिनसे जीवित प्रक्रमों वाले गुण उत्पन्न हो जाते हैं। यह देखने में जटिल इकाइयाँ तथा प्रक्रम प्राकृतिक प्रयोगों के समान सरलता से सम्पन्न हो जाते हैं। उत्पाद मुख्यतः कृत्रिम रूप के ही हैं; यद्यपि वे मनुष्य के हाथों निर्मित हैं; परन्तु उनके उत्पादन का ढंग भूगर्भशास्त्रीय ढंग के अनुसार है।"

माइक्रोस्फियर के सम्बन्ध में यह एक ठीक कथन प्रतीत होता है क्यों कि जीवित प्रणालियों में दिखाई पड़ने वाले विभिन्न गुण इन कृत्रिम कणों में भी उपयुक्त भौतिक-रासायनिक दशायें उत्पन्न करके देखे जा सकते हैं। इस प्रकार वर्षा के पानी की एक बूंद आकाश से गिरते समय असंख्य सूक्ष्म बिन्दुओं में विभाजित हो जाती है, परन्तु इसे जैविक अर्थ में गुणन नहीं कहा जा सकता। जेल का कण जलयोजन के द्वारा फूल जाता है, परन्तु यह जैविक वृद्धि नहीं है; एक सीमा के भीतर अनेक रासायनिक अभिक्रियाएँ हो सकती हैं, परन्तु इन्हें चयोपचय सक्रियता नहीं कहा जा सकता। जहाँ तक इस प्रकार के जैविक गुण किसी प्रणाली में इक्का-दुक्का दिखाई पड़ते हैं, और वह भी जब प्रणाली के परिवेशी माध्यम में कोई भौतिक रासायनिक परिवर्तन कृत्रिम रूप से कर दिया जाता है; इन गुणों का जैविक गुणों से कोई सम्बन्ध नहीं है। बहुत से कृत्रिम कणों में एक रचना भी दिखाई पड़ती है।

परन्तु यदि (*i*) कोई पलिघ एक परिवेशी माध्यम में, माध्यम के अणुओं से उस पदार्थ का संश्लेषण करके बढ़ता है, जिससे वह स्वयं निर्मित है, (*ii*) और एक विशिष्ट आकार को प्राप्त करने के बाद गुणन करता है, जिससे प्रणालियों की संख्या में वृद्धि एक ऐसे प्रक्रम के द्वारा होती है, जिसमें पितृ प्रणाली से ही बिना किसी बाह्य रसायन की सहायता से नवीन प्रणालियों का निर्माण होता है, (*iii*) यदि प्रणाली के अन्दर एक क्रम से ऐसे अनेक रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं जिनके फलस्वरूप वातावरण के अणु प्रणाली में प्रवेश करके प्रणाली के अवयवी पदार्थ का संश्लेषण करते हैं, और ऊर्जा की आवश्यकताओं की पूर्ति करते हैं, (*iv*) यदि सूक्ष्म जीवाणुओं के समान विशिष्ट परिवेशी माध्यम में उनके कल्चर उगाये जा सकते हैं, (*v*) यदि इन प्रणालियों में आकस्मिक और परिस्थितिअनुकूल परिवर्तन दिखाई पड़े, और इस प्रकार विकास की क्षमता हो, तो ऐसी प्रणाली को एक जीवित प्रणाली मानना पड़ेगा, चाहे जीवन की कोई भी परिभाषा दी जाये या एक जीवित प्रणाली में कुछ भी मौलिक गुण माने जायें। जीवाणु में यह सभी गुण पाये जाते हैं। अन्ततः जैसा मौरिसन[25]

ने बल दिया था, जीवन किसी न किसी प्रकार के कृत्रिम कण से उत्पन्न हुआ होगा, और इस सम्बन्ध में यह महत्वपूर्ण प्रश्न केवल यह है कि वह कौन सा कृत्रिम कण था और वह किस प्रकार उत्पन्न हुआ। जीवाणु का संश्लेषण इस प्रश्न का उत्तर देता है। प्रकाश-रासायनिक विधि द्वारा जीवाणु के निर्माण के कार्य की पुष्टि अभी हाल में ब्रिग्स[16] ने की है।

ऐसा प्रतीत होता है कि वृद्धि, गुणन, चयोपचय सक्रियता के गुण कई कणों में दिखाई पड़ सकते हैं। गुम्पर्ट[26] ने चयोपचय सक्रियता के गुणों से युक्त इकाइयों में वृद्धि तथा गुणन के गुण एक नितान्त भिन्न वातावरण में देखे हैं। वे लिखते हैं,

"मैं एक सूक्ष्मजैविकी वैज्ञानिक हूँ और बैक्टीरिया के *L* रूपों, तथा *PPLO* पर कार्य करता हूँ, जो कि ऐसे सूक्ष्मजीव हैं जिनमें कोई कोशीय दीवार नहीं होती, और संरचना बहुत सरल होती है।

मुझे आपके कार्यक्षेत्र में बड़ी रुचि है, प्रथमतः केवल सैद्धांतिक रूप से, क्योंकि जीवन के उत्पत्ति की समस्या का सूक्ष्म जैविकी वैज्ञानिकों के लिये भी बहुत महत्व है। प्रथम जीव बैक्टीरिया के ही समान रहे होंगे। इसके विपरीत हम लोगों ने एक ऐसी समस्या का अध्ययन किया है जो बहुत समान प्रतीत होती है। सरिम के साथ जीवाणुओं के माध्यम में, जैसा कि उनका उपयोग *PPLO* और *L*-प्रकार के जीवाणु के कल्चर उगाने में किया जाता है, तथा औषधि में प्रयुक्त सरिम के संचय में, गोलाकार इकाइयाँ बन जाती हैं जिन्हें फेज-कन्ट्रैक्ट सूक्ष्मदर्शी के द्वारा *L*-प्रकार तथा *PPLO* जीवाणुओं से अलग नहीं पहचाना जा सकता। ये इकाइयाँ कली बनाकर बढ़ती हैं, इनमें चयोपचय सक्रियता के गुण भी होते हैं, परन्तु ये पृथ्वी पर पाये जाने वाले जीव नहीं हैं। इस संदर्भ में आपके प्रयोगफलों में मुझे बड़ी रुचि हो गई है।"

जैविक प्रकार की वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता उत्पन्न करने वाली आणविक क्रियाविधि का सुझाव दिया गया है[19]। अभी हाल में गैबेल[27] ने वृद्धि तथा गुणन के लिये बहुलक अणुओं के समान पालीफास्फेट ढाँचे पर एक संभाव्य क्रियाविधि का सुझाव दिया है। क्या इस प्रकार की वृद्धि, गुणन तथा चयोपचय सक्रियता की तुलना जैविक प्रणालियों में पाये जाने वाले इन गुणों से की जा सकती है, इस बात की चर्चा ऊपर की गई है, और बहादुर[19] ने इस पर विस्तार से विवेचना की है। आवश्यक गुणों के इस वर्णन में, जिनके आधार पर किसी प्रणाली को जीवित पदार्थों में वर्गीकृत किया जा सकता है, परिवर्तनशीलता का उल्लेख नहीं किया गया है, क्योंकि परिवर्तनशीलता को साम्यावस्था में स्थित सभी प्रणालियों का जन्मजात गुण माना जाता है, और एक जीवित प्रणाली गतिशील साम्यावस्था में स्थित प्रणाली है। जीवाणु में आकस्मिक परिवर्तन, वे शीघ्र परिवर्तन जिनसे उनकी रचना तथा रूप में विशेष अन्तर आ जाता है, तथा परिस्थितिनुकूल परिवर्तन, जो वातावरण में थोड़े थोड़े परिवर्तन के साथ धीरे धीरे होते हैं, दोनों दिखाई पड़ते हैं। इस प्रकार जीवाणु को अपने कार्बन के भोजन के लिये उन कार्बनिक पदार्थों का उपयोग करना सिखा दिया गया है, जिन्हें कि वह प्रारम्भ में प्रयोग करते थे[23]। उनके विशिष्ट माध्यम में कल्चर भी उगाये जा सकते हैं[21,22]। इस प्रकार यद्यपि जीवों और अजीवों के मध्य कोई विभाजन रेखा खींचने का प्रयत्न नहीं किया गया है, परन्तु जीवाणु में जैविक प्रणालियों के मान्य गुण प्रदर्शित किये गये हैं, अर्थात् वे बढ़ते हैं, कली बन कर गुणन करते हैं, उनमें चयोपचय सक्रियता होती है, वे आकस्मिक तथा परिस्थितिनुकूल परिवर्तन दिखाते हैं, उनके कल्चर बनाये जा सकते हैं और इस प्रकार विकास करने में समर्थ हैं।

निर्देश

1. लोएब, डब्लू॰ । — बरडश॰ केमि॰ गेस, 1913, **46,** 690 ।
2. मिलर, एस॰ । — साइन्स, 1953, **117,** 528 ।
3. बहादुर, के॰ । — नेचर, 1954, **173,** 1114 ।

   बहादुर, के॰ तथा रंगनायकी, एस॰ । — कैम्प॰ रेन्ड॰ पेरिस, 1955, **240**, 246-8; प्रोसी॰ नेश॰ एकेड॰ साइं॰ इंडिया, 1954, **23A,** 21; जर्न॰ एकेड॰ साइं॰ यू॰ एस॰ एस॰ आर॰, 1957, **6,** 754; जर्न॰ जन॰ केमि॰ यू॰ एस॰ एस॰ आर॰, 1963, **33** ।

   बहादुर, के॰, रंगनायकी, एस॰, तथा सांतामेरिया, एल॰ । — नेचर, 1958, **182,** 1668 ।

   बहादुर, के॰ तथा श्रीवास्तव, आर॰ बी॰ । — जर्न॰ एकेड॰ साइं॰ यू॰ एस॰ एस॰ आर॰, 1962, **9,** 1608-11;

   इज्व॰, एन॰ एन॰ । यु॰ एस॰ एस॰ आर॰ । आण्ट किमि॰ एन॰, 1963, **6,** 1070-74 ।
   जुर्न॰ आब्श्चर॰ किमी॰, 1961, **31,** (XCIII) 317-20

   विज्ञान परि॰ अनु॰ पत्रिका, 1962, **5,** 57-59 ।

   बहादुर के॰ तथा अग्रवाल के॰ एम॰ एल॰ । — प्रोसी॰ नेश॰ एकै॰ साइं॰ इंडिया, 1962, **32A,** 83; जर्न॰ इण्ड॰ रिस॰ इंडिया, 1962, **21B,** (**7**), 335-37 ।

4. हैसेलस्ट्राम, टी॰, हेनरी, एम॰ सी॰, तथा मुर, बी॰ । — साइंस, 1957, **125,** 350 ।
5. ओरो, जे॰ । — एन्न॰ न्यूयार्क एके॰ साइं॰, 1963, **108,** 464; आर्ख॰ बायोकेमि॰ बायोफिज॰, 1961, **94,** 217-227; 1962, **96,** 292-313 ।
6. ग्राथ, डब्लू॰ तथा वेसेन्ट्राफ, एच॰ वी॰ । — नेचरविशेनशाफटेन, 1957, 510 ।

7. डोस, के० तथा बैजेस्की, बी० । — बायोकेम० ए बायोफिज० एक्टा, 1957, **25,** 225 ।

8. फाक्स, एस० डब्लू०, हर्डी के०, तथा वेगास्की, ए० । — एक्सपीरिन्शिया, 1959, **15,** 81 ।

9. एकाबोरी, एस० । — प्रोसी० फर्स्ट इन्टरनेश्नल सिम्पोजियम, "The Origin of Life on the Earth", मास्को, 1957, पर्गमान प्रेस, 1959, 169-195 ।

10. टेरेनिन, ए० एन० । — माइक्रोकेमि० ऐक्टा, 1955, **2-3,** 467; Symposium, Problem of Kinetics and Catalysis, XIII, Ed., एकैड० साइं० यू० एस० ए० आर०, 1955, 27-30 ।

11. बर्नाल, जे० डी० । — ओसेनोग्राफी, अमे० एसो० आफ एडवान्स० साइं०' 1961, 95-118।

12. बहादुर, के० तथा रंगनायकी, एस० । — इज्वेस्तिया एकै० नाउक यू० एस० एस० आर०, 1958, **11,** 1361-69 ।
प्रोसी० नेश० एकै० साइ० इंडिया, 1958, **27A,** 292-95 ।

बहादुर के० तथा श्रीवास्तव, आर० बी० । — इंड० जर्न० एप्ला० केमि०, 1960, **23** (3), 131-34 ।

बहादुर, के० तथा पांडे, आर० एस० । — जर्न० इंड० केमि० सोसा०, 1950, **42** (2), 75-85 ।

13. पर्ती, ओ० एन०, बहादुर, के०, तथा पाठक, एच० डी० । — प्रोसी० नेश० एकै० साइं० इंडिया, 1961, 30A, 206-20 ; इंडि० जर्न० एप्ला० केमि०, 1961, **25,** 90-96; बायो० केमि० जर्न० यू० एस० एस० आर० 1962, **27,** 708-714 ।

14. लोव, सी० वी०, रीज, एम० डब्लू०, तथा मार्खम, आर ० । — नेचर, 1963, **199,** 219-222 ।

15. ओपेरिन, ए० आई० । — "Origin of Life on the Eearth" एकैडमिक प्रेस, 1957 ।

16. ब्रिग्स, एम० एच०। **स्पेस फ्लाइट**, 1965, **7**(4), 129-131।

17. वाल्ड, जी०। **साइंटिफिक अमेरिकन**, 1954, 44-53; **एन्ना० न्यूयार्क एकै० साइं०**, 1957, **69**, 352-368।

18. बहादुर, के० एवं अन्य। **विज्ञान परिषद अनु० पत्रिका**, 1963, **6**, 63।

19. बहादुर, के०। **जेन्ट० बैक्ट०**, 1964, **118** (2), 671-694।

20. जार्डन, पी०। **फिज० जर्न०** 1938, **39**, 711; **जर्न० फिज०**, 1939, **113**, 431; **फन्डा० रेडियोला०** 1939, **5**, 43; **जर्न० इम्यून० फार्म०**, 1940, **97**, 330।

21. बहादुर, के० एवं अन्य। **जेन्ट० बैक्ट०**, 1964, **117**, 567-584।

22. बहादुर, के०। **वही**, 1964, **117**, 585-602।

23. बहादुर, के०। "Synthesis of Jeewanu, the Proto cells", **राम नारायण लाल बेनी प्रसाद पब्लिशर्स, इलाहाबाद, इंडिया**, 1966।

24. फाक्स, एस० डब्लू० एवं अन्य। Contribution No. 050 of the Institute of Molecular Evolution, **मियामी यूनि०, यू० एस०, ए०** 1965।

25. मैरीसन, पी०। **साइंस**, 1962, **135**, 663-64।

26. गुम्पर्ट, जे०। **व्यक्तिगत पत्र व्यवहार**, 1965।

27. गेबेल, एन० डब्लू०। Life Sciences, **पर्गमान प्रेस लि०**, Vol. 4, 1965, 2085-2095।

विज्ञान परिषद् अनुसन्धान पत्रिका
1966, **9**, 183-191

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 183-191

कतिपय अनन्त समाकल

एच० बी० मल्लू

गणित विभाग, जोधपुर विश्वविद्यालय, जोधपुर

[प्राप्त—मार्च 1, 1966]

सारांश

प्रस्तुत शोध निबन्ध का उद्देश्य क्रियात्मक कलन (operational calculus) द्वारा व्हिटेकर तथा हाइपरज्यामितीय फलनों के गुणनफलों तथा बेसल एवं हाइपरज्यामितीय फलनों के गुणनफलों से सम्बन्धी कतिपय अनन्त समाकलों के मान ज्ञात करना है।

Abstract

Some infinite integrals. *By* H. B. Maloo, Department of Mathematics, University of Jodhpur, Jodhpur (India).

The object of the present note is to evaluate some infinite integrals involving products of Whittaker and hypergeometric functions and products of Bessel and hypergeometric functions by the method of operational calculus.

1. प्रस्तावनाः पहले की ही भाँति $\psi(p) \doteq f(t)$ या $f(t) \doteq \psi(p)$,

संकेत पद्धति द्वारा $\psi(p) = p\int_0^\infty e^{-pt} f(t)\, dt$ को व्यक्त किया जावेगा।

पार्सेवल का सूत्र कहता है कि यदि $\phi(p) \doteq f(t)$ तथा $\psi(p) \doteq g(t)$

तो
$$\int_0^\infty \psi(t) f(t)\, t^{-1} dt = \int_0^\infty \phi(t) g(t)\, t^{-1} dt \tag{1}$$

2. [2, p 368(32)] के अनुसार

(*i*)
$$\phi(p) = ap^{1/2} K_{2\mu}(ap^{1/2})\, e^{p\alpha/2}\, W_{\lambda,\mu}(p\alpha)$$
$$\doteq t^{-\lambda}(t+\alpha)^{\lambda} \exp\left\{-\frac{(2t+\alpha)a^2}{8t(t+\alpha)}\right\} W_{\lambda,\mu}\left\{\frac{a^2\alpha}{4t(t+\alpha)}\right\} \tag{2}$$

$$=f(t),\ R(p)>0,\ R(a)>0,\ R(a^2)>0.$$

तथा [1, p 215(11)]

$$\psi(p)=p(p+\alpha)^{-\mu-\rho-1}\,{}_2F_1\left(\rho+\mu+1,\ \mu+\lambda+\tfrac{1}{2};\ 2\mu+1;\ \frac{\alpha}{p+\alpha}\right)$$

$$\doteq\frac{1}{\alpha^{\mu+1/2}\Gamma(\mu+\rho+1)}\,t^{\rho-1/2}e^{-\alpha t/2}M_{-\lambda,\mu}(\alpha t)$$

$$=g(t),\ R(p)>0,\ R(\rho+\mu+1)>0. \tag{3}$$

(1) में (2) तथा (3) सम्बन्धों का प्रयोग करने पर

$$\int_0^\infty t^{-\lambda}\,(t+\alpha)^{\lambda-\mu-\rho-1}\exp\left\{+\frac{(2t+\alpha)a^2}{8t(t+\alpha)}\right\}W_{\lambda,\mu}\left\{\frac{a^2\alpha}{4t(t+\alpha)}\right\}$$

$$\times{}_2F_1\left(\rho+\mu+1,\ \mu+\lambda+\tfrac{1}{2};\ 2\mu+1\ ;\ \frac{\alpha}{t+\alpha}\right)dt$$

$$=\frac{a}{\alpha^{\mu+1/2}\,\Gamma(\rho+\mu+1)}\int_0^\infty t^{\rho-1}K_{2\mu}(at^{1/2})\,W_{\lambda,\mu}(\alpha t)M_{-\lambda,\mu}(\alpha t)\,dt$$

[3, p 401(8)] के ज्ञात परिणाम की सहायता से दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालते समय

$$W_{\lambda,\mu}(x)\ M_{-\lambda,\mu}(x)=\frac{\Gamma(1+2\mu)}{\pi^{1/2}\Gamma(\tfrac{1}{2}-\lambda+\mu}\,G^{31}_{24}\left(\frac{x^2}{4}\middle|\begin{matrix}1+\lambda,\ 1-\lambda\\ \tfrac{1}{2},\ 1,\ \tfrac{1}{2}+\mu,\ \tfrac{1}{2}-\mu\end{matrix}\right)$$

तथा

$$K_{2\mu}(x)=2^{-1}\ G^{20}_{02}\left(\frac{x^2}{4}\middle|\mu,\ -\mu\right) \tag{4}$$

का प्रयोग करने से हमें

$$\int_0^\infty t^{-\lambda}(t+\alpha)^{\lambda-\mu-\rho-1}\exp\left\{-\frac{(2t+\alpha)a^2}{8t(t+\alpha)}\right\}W_{\lambda,\mu}\left\{\frac{a^2\alpha}{4t(t+\alpha)}\right\}$$

$$\times{}_2F_1\left(\rho+\mu+1,\ \mu+\lambda+\tfrac{1}{2};\ 2\mu+1\ ;\ \frac{\alpha}{t+\alpha}\right)dt$$

$$=\frac{2^{4\rho-3}\Gamma(1+2\mu)}{\pi^{3/2}a^{2\rho-1}\,\alpha^{\mu+1/2}\Gamma(\tfrac{1}{2}-\lambda+\mu)\,\Gamma(\rho+\mu+1)}$$

$$\times G_{64}^{35}\left(\frac{4^3\alpha^2}{a^4}\middle|\begin{matrix}1-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\ \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\ 1+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\ \frac{1}{2}+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\ 1+\lambda, 1-\lambda\\ \frac{1}{2},\ 1,\ \frac{1}{2}+\mu,\ \frac{1}{2}-\mu\end{matrix}\right)$$

प्राप्त होगा यदि

$$R(a^2)>0,\ R(\alpha)>0,\ R(\rho+3\mu+1)>0,\ R(\rho-\mu+1)>0,\quad R(\tfrac{1}{2}+\lambda+\rho)<0 \qquad (5)$$

(*ii*) पुनः [1, *p* 216 (16)] को लेने पर

$$\psi(p)=p(p+\alpha)^{-\mu-\rho-1}\,{}_2F_1\left(\mu+\rho+1,\ \mu+\lambda+\tfrac{1}{2};\ \rho+\lambda+\tfrac{3}{2};\ \frac{p}{p+\alpha}\right)$$

$$\doteq \frac{\Gamma(\rho+\lambda+\frac{3}{2})}{\alpha^{\mu+1/2}\Gamma(\rho\pm\mu+1)}\, t^{\rho-1/2}\, e^{-\alpha t/2}\, W_{-\lambda,\mu}(\alpha t) \qquad (6)$$

$$=g(t),\ R(p)>0,\ R(\alpha)>0,\ R(\rho\pm\mu+1)>0$$

(1) में (2) तथा (6) के सम्बन्धों का उपयोग करने पर

$$\int_0^\infty t^{-\lambda}\,(t+\alpha)^{\lambda-\mu-\rho-1}\exp\left\{-\frac{(2t+\alpha)a^2}{8t(t+\alpha)}\right\}W_{\lambda,\mu}\left\{\frac{a^2\alpha}{4t(t+\alpha)}\right\}$$

$$\times{}_2F_1\left(\rho+\mu+1,\ \mu+\lambda+1;\ \rho+\lambda+\tfrac{3}{2};\ \frac{t}{t+\alpha}\right)dt$$

$$=\frac{a\Gamma(\rho+\lambda+\frac{3}{2})}{\alpha^{\mu+1/2}\Gamma(\rho\pm\mu+1)}\int_0^\infty t^{\rho-1}\,K_{2\mu}(at^{1/2})\,W_{\lambda,\mu}(\alpha t)\,W_{-\lambda,\mu}(\alpha t)\,dt$$

प्राप्त होगा।

[3, p. 401(8)], के ज्ञात परिणाम को दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालते हुये (4) तथा

$$W_{\lambda,\mu}(x)\,W_{-\lambda,\mu}(x)=\pi^{-1/2}G_{24}^{40}\left(\frac{x^2}{4}\middle|\begin{matrix}1+\lambda,\ 1-\lambda\\ \frac{1}{2},\ 1,\ \frac{1}{2}+\mu,\ \frac{1}{2}-\mu\end{matrix}\right)$$

का उपयोग करने पर हमें

$$\int_0^\infty t^{-\lambda}(t+\alpha)^{\lambda-\mu-\rho-1}\exp\left\{-\frac{(t+\alpha)a^2}{8t(t+\alpha)}\right\}W_{\lambda,\mu}\left\{\frac{a^2\alpha}{4t(t+\alpha)}\right\}$$

$$\times {}_2F_1\left(\rho+\mu+1,\ \mu+\lambda+\tfrac{1}{2};\ \rho+\lambda+\tfrac{3}{2};\ \frac{t}{t+a}\right) dt$$

$$=\frac{2^{4\rho-3}\Gamma(\rho+\lambda+\frac{3}{2}}{\pi^{3/2}\,a^{2\rho-1}\,\alpha^{\mu+\frac{1}{2}}\Gamma(\rho+\mu+1)\Gamma(\rho+\mu+1)}$$

$$G_{64}^{44}\left(\frac{4^3\alpha^2}{a^4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\rho-\frac{1}{2}\mu,\ 1-\frac{1}{2}\rho-\frac{1}{2}\mu,\ \frac{1}{2}+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\ 1+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\ 1+\lambda,\ 1-\lambda\\ \frac{1}{2},\ 1,\ \frac{1}{2}+\mu,\ \frac{1}{2}-\mu\end{matrix}\right)$$

प्राप्त होंगे यदि

$$R(a^2)>0,\ R(a)>0,\ R(\tfrac{1}{2}+\rho)>0,\ R(1+\rho-\mu)>0,\ R(1+\rho+3\mu)>0 \tag{7}$$

[2, p 369(3·3)] के उपयोग से

$$(iii)\quad \phi(p)=2p\,e^{p\alpha}K_{2\mu}(2a^{1/2}p^{1/2})\,K_{\mu}(ap)$$

$$\doteqdot \{t(t+2a)\}^{-1/2}\exp\left\{-\frac{(t+a)a}{t(t+2a)}\right\}K_{\mu}\left(\frac{a\alpha}{t(t+2a)}\right) \tag{8}$$

$$=f(t),\ R(p)>0,\ K(a)>0,\ R(a)>0$$

तथा [1, p. 330 (23)] से

$$\psi(p)=p(p+a)^{-\rho-\nu}\,{}_2F_1\left(\frac{\rho+\nu+1}{2},\ \frac{\rho+\nu}{2};\ 1+\nu;\ \frac{a^2}{(p+a)^2}\right)$$

$$\doteqdot \frac{\Gamma(1+\nu)\,2^{\nu}}{a^{\nu}\Gamma(\rho+\nu)}\,t^{\rho-1}\,e^{-\alpha t}\,I_{\nu}(at) \tag{9}$$

$$=g(t),\ R(p)>0,\ R(\rho+\nu)>0.$$

(1) में (8) तथा (9) सम्बन्धों का प्रयोग करते हुये

$$\int_0^\infty t^{-1/2}(t+a)^{-\rho-\nu}(t+2a)^{-1/2}\exp\left\{-\frac{(t+a)a}{t(t+2a)}\right\}\ K_{\mu}\left\{\frac{a\alpha}{t(t+2a)}\right\}$$

$$\times {}_2F_1\left(\frac{\rho+\nu+1}{2},\ \frac{\rho+\nu}{2};\ 1+\nu;\ \frac{a^2}{(t+a)^2}\right)dt$$

$$=\frac{2^{\nu+1}\Gamma(1+\nu)}{a^{\nu}\Gamma(\rho+\nu)}\int_0^\infty t^{\rho-1}K_{2\mu}(2a^{1/2}t^{1/2})I_\nu(at)K_\mu(at)\,dt$$

प्राप्त होगा।

[3, p. 401 (8)] के द्वारा दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालने पर [4] तथा

$$I_\nu(x)K_\mu(x)=2^{-1}\pi^{-1/2}G_{24}^{22}\left(x^2\middle|\begin{matrix}0,\ \frac{1}{2}\\(\nu+\mu)/2,(\nu-\mu)/2,(\mu-\nu)/2,-(\nu+\mu)/2\end{matrix}\right)$$

का उपयोग करने पर हमें

$$\int_0^\infty t^{-1/2}(t+\alpha)^{-\rho-\nu}(t+2\alpha)^{-1/2}\exp\left\{-\frac{(t+\alpha)a}{t(t+2\alpha)}\right\}K_\mu\left\{\frac{a\alpha}{t(t+2\alpha)}\right\}$$

$$\times{}_2F_1\left(\frac{\rho+\nu+1}{2},\ \frac{\rho+\nu}{2};1+\nu;\frac{\alpha^2}{(t+\alpha)^2}\right)dt$$

$$=\frac{2^{2\rho+\nu-3}\Gamma(1+\nu)}{\pi^{3/2}\alpha^\nu a^\rho\Gamma(\rho+\nu)}$$

$$G_{64}^{26}\left(\frac{2^4\alpha^2}{a^2}\middle|\begin{matrix}1-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,1+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho,0,\frac{1}{2}\\(\nu+\mu)/2,(\nu-\mu)/2,(\mu-\nu)/2,-(\nu+\mu)/2\end{matrix}\right)$$

प्राप्त होगा यदि

$$R(a)>0,\ R(\alpha)>0,R(\rho+\nu\pm2\mu)>0,\ R(\tfrac{1}{2}-\rho)>0. \tag{10}$$

पुनः [1, p. 331(29)] के उपयोग से

$$(iv)\quad \psi(p)=p(p+\alpha)^{-\rho-\nu}\,{}_2F_1\left(\frac{\rho+\nu+1}{2},\ \frac{\rho+\nu}{2};\ \rho+\tfrac{1}{2};1-\frac{\alpha^2}{(p+\alpha)^2}\right)$$

$$\doteq\frac{2^\rho\Gamma(\frac{1}{2}+\rho)}{\pi^{1/2}\alpha^\nu\Gamma(\rho+\nu)\Gamma(\rho-\nu)}t^{\rho-1}e^{-\alpha t}K_\nu(\alpha t) \tag{11}$$

$$=g(t),\ R(\rho\pm\nu)>0,\ R(p+2\alpha)>0$$

(1) में (8) तथा (11) सम्बन्धों को व्यवहृत करने पर

$$\int_0^\infty t^{-1/2}(t+\alpha)^{-\rho-\nu}(t+2\alpha)^{-1/2}\exp\left\{-\frac{(t+\alpha)a}{t(t+2\alpha)}\right\}K_\mu\left\{\frac{a^2}{t(t+2\alpha)}\right\}$$

$$\times {}_2F_1\left(\frac{\rho+\nu+1}{2}, \frac{\rho+\nu}{2}; \rho+\tfrac{1}{2}; 1-\frac{a^2}{(t+a)^2}\right) dt$$

$$=\frac{2^{\rho+1}\Gamma(\frac{1}{2}+\rho)}{\pi^{1/2}a^{\nu}\Gamma(\rho+\nu)\Gamma(\rho-\nu)}\int_0^\infty t^{\rho-1}K_{2\mu}(2a^{1/2}t^{1/2})K_\mu(\alpha t)K_\nu(\beta t)\,dt$$

[3, p. 401(8)] के द्वारा दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालने पर (4) तथा

$$K_\nu(x)K_\mu(x)=2^{-1}\pi^{-1/2}G_{24}^{40}\left(x^2\middle|\begin{matrix}0, \frac{1}{2}\\(\nu+\mu)/2, (\nu-\mu)/2, (\mu-\nu)/2, -(\mu+\nu)/2\end{matrix}\right)$$

का प्रयोग करने पर हमें

$$\int_0^\infty t^{-1/2}(t+\alpha)^{-\rho-\nu}(t+2\alpha)^{-1/2}\exp\left\{-\frac{(t+\alpha)a}{t(t+2\alpha)}\right\}K_\mu\left\{\frac{a\alpha}{t(t+\alpha)}\right\}$$

$$\times {}_2F_1\left(\frac{\rho+\nu+1}{2}, \frac{\rho+\nu}{2}; \rho+\tfrac{1}{2}\ 1-\frac{a^2}{(t+a)^2}\right) dt$$

$$=\frac{2^{3\rho-2}\Gamma(\rho+\frac{1}{2})}{\pi\alpha^{\nu}a^{\rho}\Gamma(\rho\pm\nu)}$$

$$G_{64}^{44}\left(\frac{2^4\alpha^2}{a^2}\middle|\begin{matrix}1-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho, \frac{1}{2}-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho, 1+\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\rho, \frac{1}{2}+\frac{1}{2}\mu, -\frac{1}{2}\rho, 0, \frac{1}{2}\\(\nu+\mu)/2, (\nu-\mu)/2, (\mu-\nu)/2, -(\nu+\mu)/2\end{matrix}\right) \tag{12}$$

प्राप्त होगा यदि

$$R(a)>0,\ R(\alpha)>0,\ R(-\nu)>0,\ R(\rho+\nu\pm2\mu)>0.$$

पुनः यदि हम [1, p. 186(37)] लें तो

$$(v)\quad \psi(p)=p^{-\nu-n}(p-b)^n e^{-a/p}\overset{\nu}{L_n}\left(\frac{ab}{bp-p^2}\right)$$

$$\fallingdotseq a^{-1/2\nu}t^{1/2\nu}\overset{\nu}{L_n}(bt)J_\nu(2a^{1/2}t^{1/2}$$

$$=g(t),\ R(\nu)>0,\ R(p)>0$$

तथा [1, p. 289(32)]

$$\phi(p)=2a^{1/2}p^{k+1/2}K_\nu(2a^{1/2}p^{1/2})$$
$$\doteq t^{-k}e^{-a/2t}W_{k,\nu/2}(a/t)$$
$$=f(t),\ R(p)>0,\ R(a)>0.$$

(1) में इन सम्बन्धों का प्रयोग करने से

$$\int_0^\infty t^{-\nu-n-k-1}(t-b)^n e^{-3a/t}W_{k,\nu/2}(a/t)\overset{\nu}{L}_n\left(\frac{ab}{bt-t^2}\right)dt$$
$$=2a^{1/2-1/2\nu}\int_0^\infty t^{k+1/2\nu-1/2}J_\nu(2a^{1/2}t^{1/2})K_\nu(2a^{1/2}t^{1/2})\overset{\nu}{L}_n(bt)\,dt$$

[3, p. 401(8)] की सहायता से दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालने तथा

$$J_\nu(x)K_\nu(x)=\pi^{-1/2}2^{-2}G_{04}^{30}\left(\frac{x^4}{64}\middle|\tfrac{1}{2}\nu,\ \tfrac{1}{2},\ 0,\ -\tfrac{1}{2}\nu\right) \tag{13}$$

$$\overset{b}{L}_n(x)=\frac{1}{(-1)^n n!}x^{-(\mu/2+1/2)}e^{1/2x}W_{\mu/2+n+1/2,\ \pm\mu/2}(x)$$

$$W_{k,m}(x)=W_{k,-m}(x)$$

$$e^{x/2}W_{k,m}(x)$$
$$=\frac{2^{-k-1}\pi^{-3/2}}{\Gamma(\frac{1}{2}+m-k)\Gamma(\frac{1}{2}-m-k)}G_{24}^{42}\left(\frac{x^2}{4}\middle|\begin{matrix}\frac{1}{2}+\frac{1}{2}k,\ 1+\frac{1}{2}k\\ \frac{1}{4}+\frac{1}{2}m,\ \frac{3}{4}+\frac{1}{2}m,\ \frac{1}{4}-\frac{1}{2}m,\ \frac{3}{4}-\frac{1}{2}m\end{matrix}\right)$$

का उपयोग करने पर हमें

$$\int_0^\infty t^{-k-\nu-n-1}(t-b)^n e^{-3a/t}W_{k,\nu/2}(a/t)\overset{\nu}{L}_n\left(\frac{ab}{bt-t^2}\right)dt$$
$$=\frac{2^{k-\nu/2-n-7/2}a^{-\nu/2+1/2}b^{-\nu/2-1/2-k}}{(-1)^n\pi^2\Gamma(-\nu-n)\Gamma(-n)\Gamma(1+n)}\times$$
$$G_{46}^{54}\left(\frac{a^2}{b^2}\middle|\begin{matrix}\frac{3}{4}+\frac{1}{4}\nu-k/2,\ \frac{1}{4}+\frac{1}{4}\nu-k/2,\ \frac{3}{4}-\frac{1}{4}\nu-k/2,\ \frac{1}{4}-\frac{1}{4}\nu-k/2\\ 0,\ \frac{1}{2},\ \nu/2,\ -\frac{1}{4}-\nu/4-\frac{1}{2}n-\frac{1}{2}k,\ \frac{1}{4}-\frac{1}{4}\nu-\frac{1}{2}n-\frac{1}{2}k,\ -\frac{1}{2}\nu\end{matrix}\right)$$

प्राप्त होगा यदि

$$R(a)>0,\ b>0,\ R(k+\nu/2+\tfrac{1}{2})>0,\ R(k+3\nu/2+\tfrac{1}{2})>0$$

(*vi*) अन्त में यदि हम [1, p. 186(38)] लें तो

$$\psi(p)=p(p^2+2bp+2b^2)^{-1/2}\,e^{-[a(p+b)]/(p^2+2pb+b^2)]}\times\mathcal{J}_v\left(\frac{ab}{p^2+2bp+2b^2}\right)$$

$$\doteqdot e^{-bt}\,\mathcal{J}_\nu(bt)\,\mathcal{J}_{2\nu}(2a^{1/2}t^{1/2})$$

$$=g(t),\ R(p)>0,\ R(\nu+\tfrac{1}{2})>0$$

तथा [1, *p*. 278(23)]

$$\phi(p)=(2b/\pi)^{1/2}\,p^{\mu+1}\,e^{bp}\,K_\nu(bp)$$

$$\doteqdot(t^2+2bt)^{-1/2\mu-1/4}\,P^{\mu+1/2}_{\nu-1/2}\left(1+\frac{t}{b}\right)$$

$$=f(t),\ R(\mu)<\tfrac{1}{2},\ R(p)>0,$$

इन सम्बन्धों को (1) में प्रयुक्त करने पर हमें

$$\int_0^\infty(t^2+2bt)^{-\mu/2-1/4}(t^2+2bt+2b^2)^{-1/2}$$

$$e^{-[(a(t+b))]/t^2+2bt+2b^2]}\times\mathcal{J}_v\left(\frac{ab}{t^2+2b^2+2b^2}\right)$$

$$\times P^{\mu+1/2}_{\nu-1/2}\left(t+\frac{t}{b}\right)dt$$

$$=\left(\frac{2b}{\pi}\right)^{1/2}\int_0^\infty t^\mu\,\mathcal{J}_\nu(bt)\,K_\nu(bt)\,\mathcal{J}_{2\nu}(2a^{1/2}t^{1/2})\,dt$$

प्राप्त होगा।

[3, p 401(8)], के ज्ञात परिणाम के अनुसार दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालने पर तथा (13) और

$$\mathcal{J}_\nu(x)=G^{10}_{02}\left(\frac{x^2}{4}\middle|\tfrac{1}{2}\nu,\ -\tfrac{1}{2}\nu\right)$$

का प्रयोग करने पर हमें

$$\int_0^\infty (t^2+2bt)^{\mu/2-1/4}(t^2+2bt+2b^2)^{-1/2}$$

$$\times e^{-[a(t+b)/t^2 2bt+2b^2]} \times \mathcal{J}_\nu\left(\frac{ab}{t^2+2b^2+b^2}\right)$$

$$\times P^{\mu+1/2}_{\nu-1/2}\left(1+\frac{t}{b}\right) dt$$

$$= b^{+1/2}\, 2^{4\mu+1/2}\, a^{-1-\mu}\, \pi^{-1}.$$

$$G^{34}_{84}\left(\frac{b^4 4^5}{a^4}\middle| \begin{matrix} -(\nu+\mu)/4, (1-\nu-\mu)/4, (2-\nu-\mu)/4, (3-\nu-\mu)/4, \\ (\nu-\mu)/4, (1+\nu-\mu)/4, 2+\nu-\mu)/4, (3+\nu-\mu)/4 \\ \tfrac{1}{2}\nu, \tfrac{1}{2}, 0, -\tfrac{1}{2}\nu \end{matrix}\right.$$

प्राप्त होगा यदि

$$R(\mu)<\tfrac{1}{2},\ R(1+\mu+\nu)>0,\ R(1+\mu+3\nu)>0,\ |\arg b|<\pi. \quad (15)$$

निर्देश

1. एर्डेल्यी, ए० तथा सहयोगी। मैग्राहिल, न्यूयार्क, 1954।
2. राठी, पी० एन०। जर्न० लन्दन मैथ० सोसा०, 1965, **40,** 369।
3. सक्सेना, आर० के०। प्रोसी० नेश० इंस्टी० साइं० इंडिया, 1960, **26,** 400-413।

$R(a)>0,\ b>0,\ R(k+\nu/2+\frac{1}{2})>0,\ R(k+3\nu/2+\frac{1}{2})>0$

(*vi*) अन्त में यदि हम [1, p. 186(38)] लें तो

$$\psi(p)=p(p^2+2bp+2b^2)^{-1/2}\, e^{-[a(p+b)]/(p^2+2pb+b^2)]}\times \mathcal{J}_\nu\left(\frac{ab}{p^2+2bp+2b^2}\right)$$

$$\fallingdotseq e^{-bt}\, \mathcal{J}_\nu(bt)\, \mathcal{J}_{2\nu}(2a^{1/2}\, t^{1/2})$$

$$=g(t),\ R(p)>0,\ R(\nu+\tfrac{1}{2})>0$$

तथा [1, *p*. 278(23)]

$$\phi(p)=(2b/\pi)^{1/2}\, p^{\mu+1}\, e^{bp}\, K_\nu(bp)$$

$$\fallingdotseq (t^2+2bt)^{-1/2\mu-1/4}\ P_{\nu-1/2}^{\mu+1/2}\left(1+\frac{t}{b}\right)$$

$$=f(t),\ R(\mu)<\tfrac{1}{2},\ R(p)>0,$$

इन सम्बन्धों को (1) में प्रयुक्त करने पर हमें

$$\int_0^\infty (t^2+2bt)^{-\mu/2-1/4}(t^2+2bt+2b^2)^{-1/2}$$

$$e^{-[(a(t+b))]/t^2+2bt+2b^2]}\times \mathcal{J}_\nu\left(\frac{ab}{t^2+2b^2+2b^2}\right)$$

$$\times P_{\nu-1/2}^{\mu+1/2}\left(t+\frac{t}{b}\right)dt$$

$$=\left(\frac{2b}{\pi}\right)^{1/2}\int_0^\infty t^\mu\, \mathcal{J}_\nu(bt)\, K_\nu(bt)\, \mathcal{J}_{2\nu}(2a^{1/2}\, t^{1/2})\, dt$$

प्राप्त होगा।

[3, p 401(8)], के ज्ञात परिणाम के अनुसार दाहिनी ओर के समाकल का मान निकालने पर तथा (13) और

$$\mathcal{J}_\nu(x)=G_{02}^{10}\left(\frac{x^2}{4}\middle|\tfrac{1}{2}\nu,\ -\tfrac{1}{2}\nu\right)$$

का प्रयोग करने पर हमें

$$\int_0^\infty (t^2+2bt)^{\mu/2-1/4}(t^2+2bt+2b^2)^{-1/2}$$

$$\times e^{-[a(t+b)/t^2 2bt+2b^2]} \times \mathcal{J}_\nu\left(\frac{ab}{t^2+2b^2+b^2}\right)$$

$$\times P^{\mu+1/2}_{\nu-1/2}\left(1+\frac{t}{b}\right) dt$$

$$= b^{+1/2}\, 2^{4\mu+1/2}\, a^{-1-\mu}\, \pi^{-1}.$$

$$G^{34}_{84}\left(\frac{b^4 4^5}{a^4}\middle| \begin{matrix} -(\nu+\mu)/4, (1-\nu-\mu)/4, (2-\nu-\mu)/4, (3-\nu-\mu)/4, \\ (\nu-\mu)/4, (1+\nu-\mu)/4, 2+\nu-\mu)/4, (3+\nu-\mu)/4 \\ \tfrac{1}{2}\nu, \tfrac{1}{2}, 0, -\tfrac{1}{2}\nu \end{matrix}\right.$$

प्राप्त होगा यदि

$$R(\mu)<\tfrac{1}{2},\ R(1+\mu+\nu)>0,\ R(1+\mu+3\nu)>0,\ |\arg b|<\pi. \quad (15)$$

निर्देश

1. एर्डेल्यी, ए० तथा सहयोगी। मैग्राहिल, न्यूयार्क, 1954।
2. राठी, पी० एन०। जर्न० लन्दन मैथ० सोसा०, 1965, **40**, 369।
3. सक्सेना, आर० के०। प्रोसी० नेश० इंस्टी० साइं० इंडिया, 1960, **26**, 400-413।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 193-198

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 193-198

सीमांत मान साध्यों में द्वैती समाकलीय समीकरणों का युग्म

पी० एन० राठी

गणित विभाग, एम० आर० इंजीनियरिंग कालेज, जयपुर

[प्राप्त—सितम्बर 30, 1966]

सारांश

$$\int_0^\infty t^{\mu+3/2} J_{\mu+\nu+2n+1/2}(xt)\, g(t)\, dt = f(x),\ 0<x<1,$$

तथा
$$\int_0^\infty J_\nu(xt)\, g(t)\, dt = F(x),\ x>1.$$

द्वैती समाकलीय समीकरणों का औपचारिक हल प्रस्तुत शोध निबन्ध में दिया गया है। इसके पूर्व ट्रैन्टर $\mu=-\frac{1}{2}$, $n=0$ के लिये इसका हल प्रस्तुत कर चुके हैं।

Abstract

A pair of dual integral equations occurring in boundary value problems. *By* P. N. Rathi, Department of Mathematics, M. R. Engineering College, Jaipur.

A formal solution of the dual integral equations

$$\int_0^\infty t^{\mu+3/2} J_{\mu+\nu+2n+1/2}(xt) g(t)\, dt = f(x), 0<x<1$$

$$\int_0^\infty J_\nu(xt) g(t)\, dt = F(x),\ x>1$$

is derived in this paper. The solution for the case in which $\mu=-\frac{1}{2}$, $n=0$ was given earlier by Tranter.

1. **भूमिका:**—गणितीय भौतिकी में द्वैती समाकलीय समीकरणों का, विशेषतया मिश्रित सीमांत अवस्था वाले समीकरणों का अत्यधिक उपयोग होता है। हैंकेल परिवर्त का उपयोग करते हुये मिश्रित सीमांत मान वाली साध्यों के विश्लेषण के समय प्रायः द्वैती समाकलीय समीकरणों से साक्षात्कार होता है जो

$$\int_0^\infty t^\alpha \mathcal{J}_\mu(xt)\, g(t)\, dt = f(x),\ 0<x<1$$

$$\int_0^\infty t^\beta \mathcal{J}_\nu(xt)\, g(t)\, dt = F(x),\ x>1,$$

के रूप में होते हैं जहाँ $\mathcal{J}_\lambda(x)$ बेसल फलन है, $f(x)$ तथा $F(x)$ ज्ञात रहते हैं और $g(t)$ का निश्चयन करना होता है।

उपर्युक्त द्वैती समाकलीय समीकरणों के युग्म का हल समय समय पर विभिन्न कार्यकर्ताओं द्वारा प्रस्तुत किया गया है।

प्रस्तुत शोधपत्र का उद्देश्य

$$(1)\quad \int_0^\infty t^{\mu+3/2} \mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+1/2}(xt) g(t)\, dt = f(x),\quad 0<x<1,$$

$$(2)\quad \int_0^\infty \mathcal{J}_\nu(xt) g(t)\, dt = F(x),\quad x>1.$$

द्वैती समाकलीय समीकरणों का औपचारिक हल प्रस्तुत करना है।

विशिष्ट दशा जिसमें $\mu=-\frac{1}{2}, n=0$ भलीभाँति ज्ञात है और वह ट्रैंटर [2, p. 60] द्वारा प्रस्तुत की जा चुकी है।

2. **कुछ ज्ञात परिणाम :** (1) तथा (2) द्वैती समाकलीय समीकरणों के हल प्राप्त करने के सम्बन्ध में हमें निम्न परिणामों की आवश्यकता होगी :—

(*i*) बेसल फलनों [4, p. 401] के सिद्धान्त का निम्नांकित विख्यात परिणाम

$$(3)\quad \int_0^\infty x^{\mu-\lambda+1} \mathcal{J}_\lambda(ax)\, \mathcal{J}_\mu(bx)\, dx = 0,\quad 0<a<b$$

$$= \frac{b^\mu (a^2-b^2)^{\lambda-\mu-1}}{2^{\lambda-\mu-1} a^\lambda \Gamma(\lambda-\mu)},\ 0<b<a.$$

(*ii*) स्लोमिल्श (Schlomilch) के समाकलीय समीकरण [5, p. 229] का हल :

$$(4)\qquad f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^x (x^2-t^2)^{-1/2} \phi(t)\, dt$$

जो

$$(5) \qquad \phi(x)=f(0)+x\int_0^x (x^2-t^2)^{-1/2} f'(t)\, dt$$

के रूप में है।

(*iii*) ट्रैंटर द्वारा [3, p. 97] दिये हुये सोनाइन के प्रथम परिमित समाकल का निम्न रूप में व्यापकीकरण

$$(6) \quad \int_0^{\pi/2} \sin^{\nu+1}\theta \cos^{2\mu+1}\theta\, J_\nu(z\sin\theta)\; {}_2F_1(-n,\ \mu+\nu+n+1;\ \nu+1;\ \sin^2\theta)\, d\theta$$

$$=\frac{2^\mu \Gamma(\nu+1)\,\Gamma(\mu+n+1)}{Z^{\mu+1}\,\Gamma(\nu+n+1)} J_{\mu+\nu+2n+1}(Z),$$

जो $R(\mu+1)>0,\ R(\nu+1)>0,\ n=0, 1, 2, \ldots$ के लिये सत्य है।

(*vi*) निम्नांकित [1, p. 333] परिणाम

$$(7) \qquad \int_0^y x^{\nu+1} J_\nu(x)\, dx = y^{\nu+1} J_{\nu+1}(y),$$

जो $R(\nu+1)>0$ के लिये सत्य है।

3. (1) तथा (2) का हल: समीकरण (2) में हैंकेल के प्रतीप प्रमेय को व्यवहृत करने पर

$$t^{-1} g(t)=\int_0^1 x\, V(x)\, J_\nu(tx)\, dx+\int_1^\infty x\, F(x)\, J_\nu(tx)\, dx,$$

प्राप्त होगा जहाँ

$$V(x)=\int_0^\infty g(t)\, J_\nu(tx)\, dt,\ 0<x<1.$$

माना कि

$$V(x)=x^\nu\Bigg[F(1)+\frac{\pi^{1/2}\,\Gamma(\nu+n+1)}{2^{\mu+1/2}\,\Gamma(\nu+1)\,\Gamma(\mu+n+1)}\int_x^1 \chi(s)$$

$$\times (s^2-x^2)^\mu\; {}_2F_1\left(-n,\ \mu+\nu+n+1;\ \nu+1;\ \frac{x^2}{s^2}\right) ds.\Bigg]$$

अत:

$$\int_0^1 x\, V(x)\, \mathcal{J}_\nu(xt)\, dx$$

$$=F(1)\int_0^1 x^{\nu+1}\mathcal{J}_\nu(xt)\,dx+\frac{\pi^{1/2}\Gamma(\nu+n+1)}{2^{\mu+1/2}\Gamma(\nu+1)\,\Gamma(\mu+n+1)}\int_0^1 x^{\nu+1}\mathcal{J}_\nu(xt)$$

$$\times\left[\int_x^1 (s^2-x^2)^\mu\, {}_2F_1\left(-n,\, \mu+\nu+n+1\,;\, \nu+1;\ \frac{x^2}{s^2}\right) \chi(s)\, ds\right] dx$$

$$=F(1)\, t^{-1}\mathcal{J}_{\nu+1}(t)+\frac{\pi^{1/2}\Gamma(\nu+n+1)}{2^{\mu+1/2}\Gamma(\nu+1)\,\Gamma(\mu+n+1)}\int_0^1 \chi(s)$$

$$\left[\int_0^s x^{\nu+1}\,(s^2-x^2)^\mu \mathcal{J}_\nu(xt)\ {}_2F_1\left(-n,\, \mu+\nu+n+1,\, \nu+1;\ \frac{x^2}{s^2}\right) dx\right] ds.$$

(7) का उपयोग करने पर तथा समाकलनों के क्रम को उलट देने पर तथा (6) के व्यवहार करने पर।

$$=F(1)\, t^{-1}\mathcal{J}_{\nu+1}(t)+\left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/2} t^{-\mu-1}\int_0^1 s^{\mu+\nu+1}\mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+1}(st)\,\chi(s)\, ds$$

इसलिये

$$(8)\qquad t^\mu g(t)=t^{-1/2}H(t)+\left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/2}\int_0^1 s^{\mu+\nu+1}\mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+1}(ts)\,\chi(s)\, ds,$$

जहाँ

$$(9)\qquad t^{-\mu-1/2} H(t)=F(1)\,\mathcal{J}_{\nu+1}(t)+t\int_1^\infty x\, F(x)\,\mathcal{J}_\nu(xt)\, dx.$$

(1) को $x^{\mu+\nu+2n+3/2}$ द्वारा गुणा करने पर तथा x के साथ 0 से x तक समाकलित करने पर समाकलन के क्रम को उलट देने पर तथा x-समाकल का मान (7) द्वारा ज्ञात करने पर हमें निम्नांकित व्यंजक प्राप्त होगा :

$$\int_0^\infty t^{\mu+1/2}\mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+3/2}(xt)\ g(t)\, dt$$

$$=x^{-\mu-\nu-2n-3/2}\int_0^x x^{\mu+\nu+2n+3/2} f(x)\, dx,\ 0<x<1.$$

ऊपर के व्यंजक में (8) से $g(t)$ का मान रखने पर हमें

$$P(x)=\int_0^\infty t^{1/2} \mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+3/2}(xt)\, dt \int_0^1 s^{\mu+\nu+1} \mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+1}(st)\, \chi(s)\, ds, \quad 0<x<1,$$

प्राप्त होगा जिसमें

$$(10) \qquad \left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/2} P(x)=x^{-\mu-\nu-2n-3/2} \int_0^x x^{\mu+\nu+2n+3/2} f(x)\, dx - \int_0^\infty H(t)\, \mathcal{J}_{\mu+\nu+2n+3/2}(xt)\, dt.$$

समाकलन का क्रम बदलने पर तथा t-समाकल का (3) के द्वारा मान निकालने पर हमें

$$\left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} x^{\mu+\nu+2n+3/2} P(x) =\frac{2}{\pi} \int_0^x s^{2\mu+2\nu+2n+2}\, \chi(s)\, (x^2-s^2)^{-1/2}\, ds.$$

प्राप्त होगा। अतः (5) के प्रयोग से हमें

$$(11) \qquad \left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/2} s^{2\mu+2\nu+2n+2}\, \chi(s) = \left[x^{\mu+\nu+2n+3/2} P(x)\right]_{x=0} + s \int_0^s (s^2-x^2)^{-1/2} \frac{d}{dx}\left[x^{\mu+\nu+2n+3/2} P(x)\right] dx.$$

प्राप्त होगा। इस प्रकार द्वैती समाकलीय समीकरणों का हल (8) द्वारा दिया जा सकता है जिसमें $H(t)$ को (9) द्वारा, $\chi(s)$ को (11) द्वारा और $P(x)$ को (10) द्वारा दिया जाता है।

4. कल्पनायें : हमने यह कल्पना की है कि

(*i*) $R(\nu+1)>0,\ R(\mu+1)>0,\ n=0, 2,\dots$;

(*ii*) कुछ समाकलन जो विश्लेषण के अन्तर्गत आये हैं विद्यमान हैं

(*iii*) कतिपय द्विगुण समाकलों में समाकलन का क्रम बदला जा सकता है तथा

(*iv*) $\int_0^\infty g(t) \mathcal{J}_\nu(xt)\, dt$, x का अविराम फलन है जबकि $x=1$

कृतज्ञता-ज्ञापन

लेखक विश्वविद्यालय अनुदान आयोग का आभारी है जिसने इस शोध में आर्थिक सहाय्य पहुँचाई है।

निर्देश

1. एर्डेल्यी, ए० तथा अन्य। Tables of Integral Transforms. **खण्ड 2,** मैकग्राहिल, न्यूयार्क 1954।
2. ट्रैंटर, सी० जे०। **क्वार्ट० जर्न० मैथ० आक्सफोर्ड,** 1951, **2,** 60-66।
3. वही। **प्रोसी० ग्लास्गो मैथ० एसोशि०,** 1963, **6,** 97-98।
4. वाट्सन, जी० एन०। A Treatise on the Theory of Bessel functions. कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस, 1944।
5. व्हिटेकर, ई० टी० तथा वाट्सन, जी० एन०। "A Course of Modern Analysis". कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस, 1963।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, **9**, 199-205

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, **9**, 199-205

कृत्रिम विधि से तैयार की गई क्षारीय मिट्टियाँ

शिवगोपाल मिश्र तथा देवेन्द्र प्रसाद शर्मा

कृषि रसायन, रसायन विभाग, इलाहाबाद विश्वविद्यालय

[प्राप्त—अक्टूबर 1, 1966]

सारांश

उत्तर प्रदेश में काफी क्षेत्रफल पर लवणीय एवं क्षारीय मिट्टियाँ विस्तीर्ण हैं। ऐसी मिट्टियों की उत्पत्ति एवं सुधार के सम्बन्ध में बहुत कार्य किया जा चुका है किन्तु अभी तक यह ठीक से अध्ययन नहीं किया गया है कि यदि इन लवणीय एवं क्षारीय मिट्टियों को कृत्रिम विधि से सर्वथा भिन्न एक ही आयन से संतृप्त कर दिया जाय तो वे कैसे गुणधर्म प्रदर्शित करेंगी। प्रस्तुत शोध पत्र में कई स्थानों से प्राप्त लवणीय एवं क्षारीय मिट्टियों को मैग्नीशियम, पोटैशियम तथा कैल्सियम मिट्टियों में रूपान्तरित करके उन्हें जल से निक्षालित करने एवं उनमें फसलें उगाने की उनकी क्षमताओं से संबंधित अध्ययन के निष्कर्ष दिये जा रहे हैं। इनसे यह स्पष्ट है कि पोटैशियम-मिट्टियाँ भी प्राकृतिक क्षारीय मिट्टियों की भाँति क्षारीय हैं। यद्यपि कैल्सियम तथा मैग्नीशियम द्विसंयोजक आयन हैं किन्तु इनके द्वारा संतृप्त मिट्टियाँ विरोधी आचरण प्रस्तुत करती हैं जिससे मैग्नीशियम मिट्टियाँ भी क्षारीय मिट्टियों की कोटि में आती हैं। यही नहीं, सामान्य क्षारीय मिट्टियों को पूर्णतः कैल्सियम मिट्टी में परिवर्तित करने मात्र से ही फसलें नहीं उगाई जा सकतीं। उनमें उर्वरकों के डाले जाने की आवश्यकता होगी तभी जड़ों एवं शाखों की उचित वृद्धि सम्भव है।

पी-एच, विद्युत्चालकता एवं प्रवेश्यता सम्बन्धी मापनों से इन निष्कर्षों की पुष्टि की गई है।

Abstract

On the homoionic soils derived from alkali soils of U. P. *By* S. G. Misra and D. P. Sharma, Agricultural Chemistry Section, Department of Chemistry, University of Allahabad.

Alkali soils stretch over a considerable area in U. P. Though much work has been done regarding their origin and reclamation, the properties of these soils after saturating them with different cations have not been studied in full. In this paper, the results obtained regarding the leaching of the soils derived from naturally occurring alkali soils from different localities have been presented. It is observed that K-soils

are equally alkaline. Though Ca and Mg are divalent, yet the soils derived exhibit quite different behaviour, the Mg-soils fall in the category of alkali soils. The alkali soils on being converted into Ca-soils alone do not grow crops. Fertilizers need be added in order to have proper growth of roots and shoots.

pH, EC and permeability data of derivative soils confirm the above conclusions.

अनेक कार्यकर्त्ताओं ने मिट्टियों में Na^+, K^+ तथा Mg^{++} की उच्च सान्द्रताओं के होने पर पौदों पर उनके विषाक्त प्रभाव का उल्लेख किया है। यह प्रभाव Na^+ के साथ Mg^{++} की अपेक्षा अधिक होता है। इसके विपरीत Ca^{++} का गुणकारी प्रभाव होता है। रैटनर[1] ने यह देखा है कि यदि कोई मिट्टी Na^+ द्वारा 70% से अधिक संतृप्त कर दी जाय तो गेहूँ तथा जई के पौधे अंकुरण के बाद ही मर जाते हैं। वैडले तथा बावर[2] ने $Na^+ : K^+ : Mg^{++} : Ca^{++}$ के विभिन्न अनुपातों के साथ प्रयोग करके यह घोषित किया है कि विनिमेय Na^+ में वृद्धि के साथ ही साथ सेम के पौदों का शुष्क भार घटता जाता है।

प्रस्तुत अध्ययन का उद्देश्य यह पता लगाना था कि क्या क्षारीय मिट्टियाँ जो प्रारम्भ में Na^+ से संतृप्त होती हैं, यदि उन्हें K^+, Mg^{++} या Ca^{++} जैसे धनायनों से संतृप्त कर दिया जाय तो वे उसी रूप में रहेंगी या उनके गुणधर्मों में कुछ परिवर्तन होगा। इस दृष्टि से लवणीय तथा क्षारीय मिट्टियों के 7 नमूनों को कृत्रिम मिट्टियों में रूपान्तरित करके उन्हें आसुत जल से बारम्बार निक्षालित किया गया और pH तथा विद्युत्चालकता (EC) मानों को ज्ञात किया गया।

अन्त में निष्कर्षों की पुष्टि के लिये कृत्रिम मिट्टियों में जौ के पौदे अंकुरित करके उनकी जड़ों तथा शाखों की वृद्धि मापी गई।

प्रयोगात्मक

मिट्टियों का एकत्रीकरण :—प्रस्तुत अध्ययन के लिये इलाहाबाद तथा फतेहपुर जनपद के सात स्थानों से क्षारीय मिट्टियाँ एकत्र की गईं। ये स्थान थे फूलपुर, मेजा, चाइल, हंडिया, सोराँव, घूरपुर तथा कटोघन। इनसे प्राप्त मिट्टियों का रासायनिक विश्लेषण करने पर पता चला कि फूलपुर, मेजा तथा चाइल से एकत्र की गई मिट्टियाँ क्षारीय प्रकार की हैं, जबकि हंडिया, कटोघन तथा सोराँव से प्राप्त मिट्टियाँ लवणीय-क्षारीय प्रकार की हैं। घूरपुर से प्राप्त मिट्टी पूर्णरूपेण लवणीय प्रकार की थी।

कृत्रिम मिट्टियाँ :—इन मिट्टियों के नमूनों को चूर्ण करके, चलनी से चालकर पोटैशियम क्लोराइड KCl, मैग्नीशियम क्लोराइड $MgCl_2$ तथा कैल्सियम क्लोराइड $CaCl_2$, के $1N$ विलयन के सम्पर्क में रात्रि भर रहने दिया गया और दूसरे दिन मिट्टियों को फिल्टर पत्र पर छान कर उन्हें और विलयन से निक्षालित करके अन्त में ऐल्कोहाल से धोकर, सुखाकर संग्रहीत कर लिया गया। ये ही मिट्टियाँ कृत्रिम विधि से बनी K—, Mg— तथा Ca—मिट्टियाँ हैं। हम इन्हें व्युत्पन्न मिट्टियाँ (derivative soils) के नाम से भी पुकारेंगे। इनके पी-एच तथा विद्युत्चालकता मान सारणी 1 में अंकित हैं।

सारणी 1

कृत्रिम मिट्टियों के pH तथा EC मान

(साथ में उन प्राकृतिक मिट्टियों के भी मान अंकित हैं जिनसे कृत्रिम मिट्टियाँ तैयार की गई हैं)

स्थान जहाँ से मिट्टियाँ एकत्र की गईं	प्राकृतिक मिट्टियाँ		K-मिट्टी		Mg-मिट्टी		Ca-मिट्टी	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC
फूलपुर	10·3	2·7	9·0	0.8	8.7	1.4	8·0	1·0
मेजा	10·4	3·2	9·0	0·8	8·8	1·5	7·8	1·0
चाइल	10·0	2·5	9·0	1·0	8·7	1·3	8·0	0·6
हंडिया	10·4	5·0	9·3	1·0	8·6	2·0	7·8	1·4
कटोघन	10·0	14·1	9·2	1·6	8·6	2·0	7·8	1·4
सोराँव	9·7	9·4	8·9	1·2	8·9	1·9	7·9	1·4
घूरपुर	8·6	10·5	9·0	0·9	8·5	1·3	7·8	0·7

कृत्रिम मिट्टियों का उपचार

20 ग्राम कृत्रिम मिट्टियों को 100 मिली० आसुत जल के साथ दो मिनट तक हिला कर तुरन्त बुकनर कीप पर चूषण विधि द्वारा छान लिया गया। कीप पर बची मिट्टी को पुन: 100 मिली० जल के साथ हिलाकर पुन: छाना गया। इस बार क्रम से 6 निक्षालन किये गये।

निक्षालनों में प्रत्येक बार pH तथा EC के मापन किये गये। अन्त में निक्षालित मिट्टियों के pH ज्ञात किये गये।

कृत्रिम मिट्टियों के साथ अंकुरण परीक्षा

कृत्रिम विधि से प्राप्त विभिन्न मिट्टियों को पालीथीन की बनी बाल्टियों में भरा गया। प्रत्येक बाल्टी में 500 ग्राम मिट्टी भरी गई और उसमें जौ के 4-4 बीज बो दिये गये। अंकुरण के लिये मिट्टियों में आर्द्रता (जल) की पूर्ति की गई और समय-समय पर पौदों की वृद्धि की माप की गई। 15 दिनों के बाद प्रयोग समाप्त किये गये तो पौदों को उखाड़ कर उनकी जड़ों को धो करके उनकी लम्बाइयाँ ज्ञात की गईं।

आँकड़ों का विश्लेषण

पी-एच (pH)

फूलपुर मिट्टी से प्राप्त कृत्रिम मिट्टियों का pH क्रम निम्नांकित प्रकार देखा गया

K-मिट्टी > Mg-मिट्टी > Ca-मिट्टी

तथा प्रथम निक्षालन से छठवें निक्षालन तक जो pH में परिवर्तन देखे गये वे थे

K-मिट्टी में 9 से 9·3
Mg-मिट्टी में 8·7 से 8·4
Ca-मिट्टी में 8·0 से 6·5

इसी प्रकार मेजा तथा चाइल की मिट्टियों से निर्मित K-, Mg- तथा Ca-मिट्टियों में pH के परिवर्तन देखे गये। ये परिणाम यह बताते हैं कि निक्षालन के साथ ही K-मिट्टियों का pH बढ़ता जाता है।

हँडिया, कटोघन तथा सोरॉव की मिट्टियों से निर्मित कृत्रिम मिट्टियों के pH मान निक्षालन के साथ बढ़ते हैं जिनमें K-मिट्टी के pH मान स्पष्टतः वृद्धि के सूचक हैं।

घूरपुर मिट्टी लवणीय है। इससे निर्मित K-, Mg- तथा Ca-मिट्टियों के निक्षालन से भी प्रथम दो में pH में वृद्धि होती है।

K-मिट्टी में pH 9 से 9·2

Mg-मिट्टी में pH 8·5 से 8·6

Ca-मिट्टी में pH 7·8 से 7·2

स्पष्ट है कि चाहे जहाँ से भी प्राकृतिक रूप में क्षारीय मिट्टी प्राप्त की जाय उसे कृत्रिम ढंग से K- तथा Mg-मिट्टियों में परिवर्तित करने पर क्रमशः 9 तथा 8·5–8·7 pH वाली मिट्टियाँ प्राप्त होती हैं जिन्हें आसुत जल से निक्षालित करने पर क्षारीयता में वृद्धि देखी जाती है। Ca- मिट्टी इसके विपरीत, निक्षालित करने पर pH मान में ह्रास प्रदर्शित करती है।

विद्युत् चालकता मान (EC)

विभिन्न मिट्टियों से निर्मित कृत्रिम मिट्टियों की निक्षालन अवधि में विद्युत् चालकता ज्ञात की गई तो यह देखा गया कि Mg-मिट्टियों की विद्युत चालकता सर्वाधिक थी और K-मिट्टियों की सबसे कम (घूरपुर मट्टी अपवाद है)। यहीं नहीं, यह चालकता निक्षालन के साथ साथ घटती जाती है। उदाहरणार्थ, फूलपुर मिट्टी से निर्मित्त कृत्रिम मिट्टियों की चालकता में जो परिवर्तन होता है वह निम्न प्रकार है :

Mg-मिट्टी 1·4 मिलीमहो/सेमी० से 0·2 मिलोमहो/सेमी०

Ca-मिट्टी 1·0 „ „ „ 0·2 „ „

पी-एच बढ़ने तथा विद्युत्चालकता घटने का क्रम समान रूप से सभी मिट्टियों से निर्मित्त कृत्रिम मिट्टियों के निक्षालन के फलस्वरूप चलता है। यह इस तथ्य को इंगति करता है कि निक्षालन से मिट्टियों में धनायनों (लवणों) की मात्रा घटती जाती है।

घूरपुर मिट्टी से प्राप्त Mg-मिट्टी की विद्युत्चालकता प्रथम निक्षालन के समय 1·6, K-मिट्टी की 1·0 तथा Ca-मिट्टी की 0·6 मिलीमहो/सेमी० देखी गई।

कृत्रिम मिट्टियों की कम विद्युत्चालकता एवं मिट्टियों की जल-प्रवेश्यता के मध्य विरोधमूलक सम्बन्ध पाया जाता है। उदाहरणार्थ सबसे कम चालकता प्रदर्शित करने वाली Ca-मिट्टियों की प्रवेश्यता सर्वाधिक

है जब कि K-मिट्टियों की प्रवेश्यता सबसे कम (3 सेमी० / 1 घंटा) और Mg-मिट्टियों की प्रवेश्यता दोनों के मध्य (4 सेमी०/घंटा) देखी जाती है। यह उल्लेखनीय बात है कि ये प्रवेश्यतायें प्रारम्भिक (प्राकृतिक) मिट्टियों से अधिक हैं (अर्थात् Na-मिट्टियाँ और भी अप्रवेश्य हैं)।

इसका कारण यह है कि कृत्रिम मिट्टियाँ तैयार करते समय विलेय लवण (विशेष रूप से CO_3^{--}, HCO_3^-) घुल जाते हैं। यह भलीभाँति ज्ञात हैं कि मिट्टी में CO_3^{--} की नाम-मात्र उपस्थिति के कारण उसकी प्रवेश्यता घट जाती है।

जौ का अंकुरण तथा वृद्धि

मेजा से प्राप्त क्षारीय मिट्टी एवं घूरपुर से प्राप्त लवणीय मिट्टी से कृत्रिम मिट्टियाँ—K-, Mg-तथा Ca-मिटि्ट्याँ—तैयार करके उनके साथ ऐल्युमिनियम सल्फेट, फेरस अमोनियम सल्फेट एवं जिप्सम की उपयुक्त मात्रायें मिलाकर जौ के अंकुरण एवं वृद्धि का अध्ययन किया गया। साथ साथ प्राकृतिक मिट्टियों एवं कृत्रिम मिट्टियों में बिना सुधारकों को मिलाये हुये जौ के अंकुरण और वृद्धि का प्रयोग किया गया। 500 ग्राम मिट्टी में ऐल्यूमिनियम सल्फेट की मात्रा 4·5 ग्रा०, फेरस अमोनियम सल्फेट की 4·5 ग्राम तथा जिप्सम की मात्रा 1·0 ग्रा० थी। इनके साथ ही NPK की 60, 40 तथा 40 पौंड मात्रायें प्रति एकड़ की दर से मिलाई गईं। प्रयुक्त उर्वरक थे अमोनियम सल्फेट, ट्राइकैल्सियम फास्फेट तथा पोटैशियम क्लोराइड।

मेजा की K-मिट्टी में कोई अंकुरण नहीं हुआ। केवल जिप्स मिलाने के बाद 3 बीज उगे। Ca-मिट्टी में 2 बीज उगे किन्तु उर्वरक डाले जाने पर 3 बीज उगे। Mg-मिट्टी में कोई अंकुरण नहीं हुआ। जिन पात्रों में ऐल्युमीनियम सल्फेट या फेरस अमोनियम सल्फेट डाला गया था उनमें भी कोई अंकुरण नहीं हुआ।

घूरपुर से प्राप्त लवणीय मिट्टी से निर्मित कृत्रिम मिट्टियाँ उपर्युक्त की अपेक्षा कुछ अच्छी सिद्ध हुईं। उदाहरणर्थ K-तथा Mg-मिट्टियों में समान रूप से 10 दिन बाद 2-2 अंकुर देखे गये। उर्वरक डालने पर अंकुरों की संख्या वही रही। जिप्सम मिलाने पर भी अंकुरण की संख्या में परिवर्तन नहीं हुआ। Ca-मिट्टी में सभी बीज अंकुरित हुये। लवणीय मिट्टी में अथवा कृत्रिम मिट्टियों के साथ सुधारक मिलाने पर कोई अंकुरण नहीं हुआ।

लवणीय मिट्टी से प्राप्त कृत्रिम मिट्टियों में सर्वाधिक जड़ों की वृद्धि क्रमशः Ca- तथा K-मिट्टियों में देखी गई। यह विचित्र बात है कि मिट्टी में K^+ के होने पर भी जड़ें ठीक से विकसित होती हैं।

यदि Ca, K तथा Mg-मिटि्ट्यों के EC मान से पौदों की वृद्धि तथा जड़ों के विकास का सम्बन्ध आँका जाय तो ज्ञात होगा कि सर्वाधिक EC वाली मिटि्ट्यों में सबसे कम वृद्धि हुई।

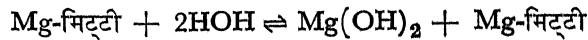
विवेचना

प्राप्त परिमाणों से यह स्पष्ट है कि जब K-, Mg- तथा Ca-मिट्टियों को आसुत जल से बारम्बार निक्षालित किया जाता है तो वे भिन्न भिन्न प्रकार से आचरण करती हैं। उदाहरणार्थ, K- मिट्टी

को निक्षालित करने से द्वितीय निक्षालन तक pH मान स्थिर रहता है किन्तु तृतीय तथा चतुर्थ बार में वह एकाएक बढ़ जाता है। Mg-मिट्टी भी ऐसा ही आचरण प्रदर्शित करती है किन्तु निक्षालनों के pH मिट्टी के निक्षालनों से सदैव न्यून रहते है। Ca-मिट्टी में इनसे सर्वथा विपरीत परिणाम प्राप्त होते हैं।

आसुत जल के द्वारा K-या Mg-मिट्टी के निक्षालित किये जाने पर pH में वृद्धि का कारण विनिमय-संकर में से K^+ तथा Mg^{++} का जल अपघटन हो सकता है। प्रारम्भ में विलेय लवणों की उपस्थिति के कारण जलअपघटन मन्द रहता है किन्तु तृतीय-चतुर्थ निक्षालन तक लवणों की कमी हो जाने से जल अघटन तीव्र हो उठता है। इसका प्रमाण क्रमशः EC मानों में ह्रास होना है। जल अपघटन निम्नांकित विधि से सम्भव है :

$$\text{K-मिट्टी} + HOH \rightleftharpoons KOH + \text{H-मिट्टी}$$

$$\text{Mg-मिट्टी} + 2HOH \rightleftharpoons Mg(OH)_2 + \text{Mg-मिट्टी}$$

मैग्नीशियम हाइड्राक्साइड $Mg(OH)_2$, पोटैशियम हाइड्राक्साइड, KOH की अपेक्षा निर्बल क्षार है फलतः K- मिट्टियों के निक्षालन में उच्च pH मान प्राप्त होंगे। इनके विपरीत Ca-मिट्टी का जल अपघटन नहीं होता जिसके कारण pH मान बढ़ने के बजाय घटते जाते हैं।

प्रकृति में पाई जाने वाली क्षारीय मिटिट्याँ Na^+ से विशिष्टतः संतृप्त होती हैं और साथ ही उनमें कम या अधिक मात्रा में विलेय लवण भी रहते हैं। अतः जब इन मिटिट्यों को आसुत जल से निक्षालित किया जाता है तो पहले तो जल विलेय लवण घुलते हैं और तब विनिमय-संकर के जल अपघटन की बारी आती है। यह विभिन्न मात्राओं में Na, K, Mg तथा Ca के द्वारा संतृप्त रहता है अतः इस संकर से आयनों का जल अपघटन उनके अनुपात एवं उनकी जल अपघटन क्षमताओं पर निर्भर करेगा। फलतः चाहे लवणीय मिट्टियाँ हों या क्षारीय मिट्टियाँ, जल से निक्षालित किये जाने पर वे धनायनों को विलग करेंगी जिसे EC घटेगा और pH में घटी या बढ़ती इस बात पर निर्भर करेगी कि मिट्टियों का विनिमय संकर किन-किन धनायनों से पूरित है।

इस अध्ययन से इस बात की पुष्टि होती है कि क्षारीय मिट्टियों के निक्षालन (leaching) द्वारा उनमें से अधिक लवणों को विलग किया जा सकता है किन्तु निक्षालन के समय यदि देर तक जल के सम्पर्क में मिट्टी रहेगी तो जल अपघटन के फलस्वरूप उच्च pH प्राप्त होगा जिससे मिट्टी और क्षारीय हो जावेंगी : विनिमय संकर में K, Mg या Na को होने पर ही ऐसा होगा। यदि मिट्टी के विनिमय संकर को Ca द्वारा संतृप्त कर दिया जाय तो फिर pH बढ़ने की कोई आशंका नहीं रहेगी। ऐसा तभी सम्भव है जब प्रचुर मात्रा में कैल्सियम लवण डाले जायँ, जबकि प्रकृति में K, Mg या Na मिट्टियों के उत्पन्न होने के अवसर अत्यधिक हैं। ऐसी दशा में यह जानना भी लाभप्रद होगा कि कृत्रिम ढंग से तैयार की गई क्षारीय मिट्टियों में फसलों के उगने एवं उनकी वृद्धि का क्या प्रभाव होगा।

कृत्रिम विधि से निर्मित्त Ca, Mg तथा K-मिट्टियों में जौ की अंकुरण क्षमता, वृद्धि एवं जड़ों के विकास सम्बन्धी आँकड़े यह बताते हैं कि Ca से संतृप्त मिट्टियाँ सभी प्रकार की वृद्धि के लिये अनुकूल हैं।

K के कारण जड़ों की वृद्धि सम्भव है किन्तु अंकुरण में देरी लगती है। Mg के कारण जड़ों की वृद्धि नहीं होती। यह प्रभाव प्राकृतिक क्षारीय या लवणीय मिट्टियों का सा है जिनमें Na^+ तथा विलेय लवणों की अधिकता के कारण अंकुरण वृद्धि एवं जड़ों के विकास में बाधा पहुँचती है। वास्तव में यह तथ्य सीधे EC से सम्बन्धित है। जिस कृत्रिम मिट्टी की जितनी ही अधिक EC होगी वह पौदों की वृद्धि के लिये उतनी कम उपयुक्त सिद्ध होगी।

निर्देश

1. रैटन, ई० टी०। **सॉइल साइं०**, 1935, **40**, 459-471।

2. वैडले, सी० एच० तथा बावर, सी० ए०। **सॉइल साइं०, सोसा० अमे० प्रोसी०**, 1948, **13**, 218-223।

3. यू० एस० सैलिनिटी लैबोरेटरी। Diagnosis and improvement of Saline and alkali soils, **यू० एस० डिपा० ऐग्रि० हैण्डबुक**, 60, (1954)।

विज्ञान परिषद् अनुसंधान पत्रिका
1966, 9, 207-211

VIJNANA PARISHAD
ANUSANDHAN PATRIKA
1966, 9, 207-211

असंमितीय फूरियर न्यष्टियों के सम्बन्ध में

के० सी० गुप्त

गणित विभाग, एम० आर० इंजीनियरिंग कालेज, जयपुर

[प्राप्त—अप्रैल 16, 1966]

सारांश

प्रस्तुत टिप्पणी का उद्देश्य किसी फलन में असंमितीय फूरियर न्यष्टियों एवं लाप्लास परिवर्त से सम्बद्ध एक प्रमेय की स्थापना करना है। हमारे प्रमेय द्वारा असंमितीय फूरियर न्यष्टियों के युग्म को विभिन्न कार्यकर्त्ताओं द्वारा प्राप्त युग्मों के द्वारा स्थानान्तरित करके कई रोचक विशिष्ट दशायें प्राप्त की जा सकती हैं। किन्तु यहाँ हम प्रमेय की एक विशिष्ट दशा को ही प्रस्तुत करेंगे।

Abstract

On unsymmetrical Fourier kernels. *By* K.C. Gupta, Department of Mathematics, M. R. Engineering College, Jaipur.

The object of this note is to establish a theorem concerning unsymmetrical Fourier kernels and Laplace transform of a function. Several interesting particular cases can be obtained by our theorem by replacing general pair of unsymmetrical fourier kernels occurring therein by pairs obtained from time to time by different authors. We shall however give here just one particular case of the theorem.

1. विषय प्रवेश :—यदि निम्नांकित व्युत्क्रम समीकरण साथ-साथ सत्य हों तो $g(x)$ तथा $h(x)$ फलन फूरियर न्यष्टियों का युग्म बनाते हुये कहे जाते हैं

$$f(x)=\int_0^\infty g(xy)\,\phi(y)\,dy \qquad \ldots \quad (1.1)$$

$$\phi(x)=\int_0^\infty h(xy)\,f(y)\,dy \qquad \ldots \quad (1.2)$$

यदि $g(x)=h(x)$ तो न्यष्टियाँ संमितीय कहलाती हैं और यदि $g(x)\neq h(x)$ तो वे असंमितीय कहलाती हैं।

यदि $G(s)$ तथा $H(s)$ क्रमशः $g(x)$ तथा $h(x)$ के मेलिन परिवर्त हों अर्थात्

$$G(s)=\int_0^\infty x^{s-1}\,g(x)\,dx \qquad \ldots \quad (1.3)$$

$$H(s)=\int_0^\infty x^{s-1}h(x)\,dx \qquad \ldots \quad (1.4)$$

तो (1.1) तथा (1.2) की वैधता के लिये $G(s)$, $H(s)$ को

$$G(s)\;\;H(1-s)=1 \qquad \ldots \quad (1.5)$$

फलनात्मक सम्बन्ध (5, p. 214) तुष्ट करना होगा तथा $g(x)$, $h(x)$ एवं $\phi(x)$ को कतिपय अभिसारी दशायें तुष्ट करनी होंगी।

आगे हम एक फलन को जो या तो अविराम है या खंडशः अविराम है तथा छोटे x एवं बड़े x के लिये जिसके orders क्रमशः x^{α} and $x^{\beta}\,e^{ax}$ हैं उन्हें $f(x)\in A(\alpha.\,\beta,\,a)$ द्वारा प्रदर्शित करेंगे। $f(x)$ के लाप्लास परिवर्त को भी निम्नांकित प्रकार से दर्शाया जावेगा।

$$L\Big\{f(x)\,;\,s\Big\}=s\int_0^\infty e^{-sx}f(x)\,dx \qquad \ldots \quad (1.6)$$

2. प्रमेय—यदि $g(x)$ तथा $h(x)$ असंमितीय फूरियर न्यष्टियाँ $f(x)\in A\,(\alpha,\alpha',a)$, $g(x)\in A(\beta,\beta',b)$, $\phi(x)\;g(\eta x)\in L(0,\,\infty)$ $(\eta>0)$, $R(\alpha+l+1)>0$, $R(\beta+l+1)>0$ तथा $R(s)>\max\{R(a),\,R(b)\}$, के युग्म बनावें तो

$$L\Big\{x^l f(x);\,s\Big\}=\int_0^\infty \phi(y)\;L\Big\{x^l\,g(xy)\,;\,s\Big\}\,dy \quad \ldots \quad (2.1)$$

जहाँ $\phi(y)$ द्वारा

$$\int_0^\infty h(xy)\,f(x)\,dx$$ समाकल का बोध होता है।

उपपत्ति. (1.6) तथा (1.1) के द्वारा

$$L\Big\{x^l f(x);\,s\Big\}=s\int_0^\infty x^l\,e^{-sx}\Big[\int_0^\infty g(xy)\,\phi(y)\,dy\Big]\,dx \quad \ldots \quad (2.2)$$

(2.2) में x-समाकल पूर्णतः अभिसारी है यदि $R(s)>R(b)$ तथा $R(l+\beta+1)>0$; y-समाकल पूर्णतः अभिसारी है यदि $g(\eta x)\times\phi(x)\in L(0,\,\infty)$. अन्त में (2.2) में परिणामी समाकल पूर्णतया

अभिसारी होगा यदि $R(s)>R(a)$ तथा $R(l+a+1)>0$. चूँकि ऊपर दी गई समस्त दशायें सत्य हैं अतः हम समाकलन के क्रम को द ला वाली पूसिन के प्रमेय द्वारा (2.2) में उलट सकते हैं। (2.2) में समाकलन के क्रम को उलटने पर

$$L\left\{x^l f(x); s\right\}=s\int_0^\infty \phi(y)\left[\int_0^\infty x^l e^{-sx} g(xy)\, dx\right[dy \qquad (2.3)$$

(1.6) की सहायता से (2.3) की विवेचना करने पर वांछित प्रमेय प्राप्त होगा।

3. **विशिष्ट दशा**—ऊपर सिद्ध किये गये प्रमेय में $g(x)$ तथा $h(x)$ को विभिन्न कार्यकर्ताओं द्वारा प्राप्त असंमितीय फूरियर अष्टियों के युग्म द्वारा प्रतिस्थापित करने पर कई रोचक परिणाम प्राप्त किये जा सकते हैं। किन्तु यहाँ हम केवल एक उदाहरण देंगे। इस प्रकार

$$g(x)=x^{\frac{1}{2}}\left(\frac{x}{2}\right)^{\nu+2\alpha}\frac{1}{\Gamma(a+1)\,\Gamma(a+\nu+1)}\ {}_1F_2\left(1; a+1, a+\nu+1; -\frac{x^2}{4}\right) \qquad (3.1)$$

तथा

$$h(x)=x^{1/2}[\cos(a\pi)\,\mathcal{J}_\nu(x)+\sin(a\pi)\,Y_\nu(x)] \qquad (3.2)$$

फलन असंमितीय फूरियर अष्टियों का युग्म बनाते हैं और ये सर्वप्रथम हार्डी [6, p. LXII] द्वारा प्राप्त किये गये थे। इन असंमितीय फूरियर अष्टियों को ध्यान में रखते हुये § 2 में स्थापित प्रमेय एक ज्ञात परिणाम (2, p. 219) के द्वारा निम्नांकित स्वयंसिद्ध में परिणत हो जाती है।

यदि असंमितीय अष्टियों $g(x)$ तथा $h(x)$ को (3.1) तथा (3.2) समीकरणों द्वारा प्रदर्शित किया जाय तो $\phi(x)\ g(\eta x) \in L(0, \infty)\ (\eta>0)$, $f(x) \in (\beta\, \beta, b)$ $R(s)>$महत्तम $[R(b), R\{\exp(\pi^{i/2})\}]$, $R(l+\beta+1)>0$ तथा $R(2a+\nu+l+3/2)>0$.

तो

$$L\left\{x^l f(x; s\right\}=\frac{2^{-\nu-2\alpha}\, s^{-l-\nu-2\alpha-1/2}\,\Gamma(\frac{3}{2}+l+\nu+2a)}{\Gamma(a+1)\,\Gamma(a+\nu+1)}$$

$$\times\int_0^\infty y^{\nu+2\alpha+1/2}\,\phi(y)\ {}_3F_2\left(\begin{matrix}1, \frac{3}{4}+l/2+\nu/2+a, \frac{5}{4}+l/2+\nu/2+a\\ 1+a, 1+\nu+a\end{matrix}; \frac{-y^2}{s^2}\right) dy \qquad (3.3)$$

जहाँ

$$\phi(x)=y^{1/2}\int_0^\infty x^{1/2}\Big[\cos(a\pi)\,\mathcal{J}_\nu(xy)+\sin(a\pi)\,Y_\nu(xy)\Big]f(x)\,dx.$$

यदि हम (3.3) में $a=0$ रखें तो हमें सुप्रसिद्ध सूत्र [1, p. 129] द्वारा भोंसले द्वारा प्राप्त परिणाम [4, p. 114] प्राप्त होगा।

उदाहरण—यदि हम (3.3) में $a=\frac{1}{2}$ मानें तो

$$f(x)=x^{\sigma-1/2}\,{}_pF_q(a_1,\ldots,a_q;\,b_1,\ldots,b_q;\,-zx^2$$

तो ज्ञात परिणामों के द्वारा [3, p. 119; 2, p. 219] हमें क्रमश:

$$\phi(x)=-\pi^{-1}\,2^{\sigma-1}\,x^{1/2-\sigma}\cos\left\{\frac{\pi}{2}(\sigma-\nu)\right\}\Gamma\left(\frac{\sigma+\nu}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\sigma-\nu}{2}\right)$$

$$\times{}_{p+2}F_q\left(a_1,\ldots,a_b,\frac{\sigma+\nu}{2},\frac{\sigma-\nu}{2};\,b_1,\ldots,b_2;\,\frac{-4z}{x^2}\right)\qquad(3.4)$$

प्राप्त होंगे जहाँ

$$p\leqslant q-1,\ R(\sigma)>|R(\nu)|$$

तथा

$$L\left\{x^l f(x)\,;\,s\right\}={}_{p+2}F_q\left(\begin{matrix}a_1,\ldots,a_b,\ \sigma/2+l/2+\frac{1}{4},\ \sigma/2+l/2-\frac{1}{4}\\ b_1,\ldots,b_q\end{matrix};\,\frac{-4z}{s^2}\right)\qquad(3.5)$$

जहाँ

$$R(s)>),\ R(\sigma+l-\tfrac{1}{2})>0.$$

इस प्रकार (3.3) में $\phi(x)$, $L\{x^l\ f(x);\,s\}$ के मानों का उपयोग करने तथा $a=\frac{1}{2}$ रखने पर हमें निम्नांकित समाकलन प्राप्त होगा

$$\int_0^\infty y^{\nu+2-\sigma}\,{}_3F_2\left(\begin{matrix}1,\ \frac{5}{4}+\frac{l}{2}+\frac{\nu}{2},\ \frac{7}{4}+\frac{l}{2}+\frac{\nu}{2}\\ \frac{3}{2},\ \frac{3}{2}+\nu\end{matrix};\,-\frac{y^2}{s^2}\right)$$

$$\times{}_{p+2}F_q\left(a_1,\ldots,a_p,\frac{\sigma+\nu}{2},\frac{\sigma-\nu}{2};\,b_1,\ldots,b_q;\,\frac{-4z}{y^2}\right)dy$$

$$= \frac{-\pi^{3/2} 2^{\nu-\sigma+1} s^{\nu-\sigma+3} \Gamma(\sigma+l-\frac{1}{2}) \Gamma(\nu+\frac{3}{2})}{\cos\left\{\frac{\pi}{2}(\sigma-\nu)\right\} \Gamma\left(\frac{\sigma+\nu}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\sigma-\nu}{2}\right) \Gamma\left(l+\nu+\frac{5}{2}\right)}$$

$$\times {}_{p+2}F_q\left(\begin{matrix} a_1, \ldots, a_p, \frac{1}{2}l+\frac{1}{2}\sigma-\frac{1}{4}, \frac{1}{2}l+\frac{1}{2}\sigma+\frac{1}{4} \\ b_1, \ldots, b_q \end{matrix}; -\frac{4z}{s^2}\right) \qquad (3.6)$$

जहाँ $p \leqslant q-1$, $R(s)>0$, $R(l+\sigma+\frac{1}{2})>0$, $R(\sigma-\nu-1)>0$, $R(\nu-\sigma+3+2a_h) > 0$ $(h=1, \ldots, p)$, $R(l+\nu+\frac{5}{2})>0$ and $-\frac{1}{2}<R(\nu)<\frac{1}{2}$.

कृतज्ञता-ज्ञापन

प्रस्तुत शोध निबन्ध की तैयारी में डा० के० सी० शर्मा ने जो सहायता पहुँचाई उसके लिये लेखक उनका आभारी है।

निर्देश

1. एर्डेल्यी, ए० तथा सहयोगी। "Higher Transcendental functions," **भाग 1, न्यूयार्क** 1953.

2. वही। "Tables of integral Transforms" **भाग 1, न्यूयार्क** 1954.

3. वही। "Tables of integrals Transforms" **भाग 1, न्यूयार्क** 1954.

4. भोंसले, बी० आर०। **प्रोसी० ग्लास्गो मैथ० ऐसो०,** 1962, **5,** 114-115.

5. टिश्मार्श, ई० सी०। "Theory of Fourier integrals," **आक्सफोर्ड,** 1937.

6. हार्डी, जी० एच०। **प्रोसी० लन्दन मैथ० सोसा०,** 1924, **23,** Lxi-Lxiii.